ICS 91.120.99; 91.140.01

VDI-RICHTLINIEN

Juni 2006
June 2006

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung
Hochwasser
Gebäude, Anlagen, Einrichtungen

Protection of Building Services
Flood
Buildings, Installations, equipment

VDI 6004

Blatt 1 / Part 1

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt Seite

Vorbemerkung . . . 3
1 Geltungsbereich . . . 6
2 Begriffe und Definitionen . . . 7
3 Risiken und Schäden . . . 10
3.1 Hochwasserschäden und ihre Ursachen . . 10
3.2 Gesetzliche Anforderungen und Schutzziele . . . 14
3.3 Verantwortung . . . 14
3.4 Strategie zur Schadensbegrenzung . . . 14
3.5 Risikotransfer . . . 18
4 Vorsorgemaßnahmen . . . 19
4.1 Mobiler Hochwasserschutz . . . 20
4.2 Bauliche Maßnahmen . . . 22
4.3 Organisatorische Maßnahmen . . . 24
5 Hochwasserangepasste TGA-Installationen . 25
5.1 Elektrische Anlagen . . . 25
5.2 Trinkwasserversorgung . . . 29
5.3 Gebäudeentwässerung . . . 30
5.4 Heizungsanlagen . . . 33
5.5 Gasinstallationen . . . 36
5.6 Raumlufttechnische Anlagen (RLT-Anlagen) . . . 37
5.7 Kälteanlagen . . . 40
5.8 TGA-Anlagen im Außenbereich . . . 43
5.9 Aufzuganlagen . . . 46
5.10 Leitungsdurchführungen innen/außen – Durchdringungen . . . 47

Contents Page

Preliminary note . . . 3
1 Scope . . . 6
2 Terms and definitions . . . 7
3 Risks and damage . . . 10
3.1 Flood damage and its causes . . . 10
3.2 Statutory requirements and protection aims . . . 14
3.3 Responsibility . . . 14
3.4 Damage-limitation strategy . . . 14
3.5 Transfer of risk . . . 18
4 Precautions . . . 19
4.1 Mobile flood protection . . . 20
4.2 Constructional measures . . . 22
4.3 Organisational measures . . . 24
5 Flood-adapted Building Services installations 25
5.1 Electrical installations . . . 25
5.2 Drinking water supply . . . 29
5.3 Building drainage . . . 30
5.4 Heating systems . . . 33
5.5 Gas installations . . . 36
5.6 Ventilation and air-conditioning systems (VAC systems) . . . 37
5.7 Refrigeration . . . 40
5.8 Outdoor Building Services installations . 43
5.9 Lifts . . . 46
5.10 Internal and external pipe and cable penetrations . . . 47

Hochwasser-Sonderdruck

VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Technische Gebäudeausrüstung, Band 1: Elektrotechnik
VDI-Handbuch Technische Gebäudeausrüstung, Band 2: Raumlufttechnik
VDI-Handbuch Technische Gebäudeausrüstung, Band 3: Sanitärtechnik
VDI-Handbuch Technische Gebäudeausrüstung, Band 4: Wärme-/Heiztechnik
VDI-Handbuch Technische Gebäudeausrüstung, Band 5: Aufzugstechnik

Frühere Ausgabe: 05.04 Entwurf, deutsch
Former edition: 05/04 Draft, in German only

Zu beziehen durch / Available at Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

5.11 Kommunikationsnetze Alarmschaltung . . . 53
5.12 Hochwasserpumpanlagen stationär/mobil . . . 54

6 Maßnahmen während des Hochwassers . . . 56
6.1 Informationen . . . 56
6.2 Sicherstellen der Ver- und Entsorgung . . 56
6.3 Auslagerung gefährdeter und gefährlicher Güter . . . 57
6.4 Schutz nicht demontierbarer bzw. nicht verlegbarer Anlagen und Einrichtungen . 57
6.5 Sicherung auftriebgefährdeter Gegenstände und Objektteile . . . 57
6.6 Verteidigung der hochwassergefährdeten Objekte . . . 58
6.7 Planmäßige Flutung . . . 58
6.8 Aufgeben des Objektes . . . 59

7 Hinweise/Tipps nach einem Hochwasser . . 59
7.1 Trocknungsproblematik . . . 60

Schriftum . . . 61

Anhang A Checkliste zum Schutz der TGA vor Hochwasser . . . 62

Anhang B Ansprechpartner . . . 64

5.11 Communications networks and alarm circuit . . . 53
5.12 Stationary/movable floodwater pumping units . . . 54

6 Measures during the flood event . . . 56
6.1 Information . . . 56
6.2 Securing incoming and outgoing services . . . 56
6.3 Relocation of endangered and hazardous goods . . . 57
6.4 Protection of systems and equipment which cannot be dismantled or removed . 57
6.5 Securing objects and parts of buildings endangered by buoyancy . . . 57
6.6 Defence of flood-endangered buildings . . 58
6.7 Planned flooding . . . 58
6.8 Abandoning the building . . . 59

7 Information and recommendations for after the flood . . . 59
7.1 Drying problems . . . 60

Bibliography . . . 61

Annex A Checklist for flood protection of Building Services . . . 62

Annex B Contacts . . . 64

Hochwasser-Sonderdruck

Vorbemerkung

Vor dem Hintergrund der Hochwasserereignisse in letzter Zeit mit enorm hohen Schäden wurde die Notwendigkeit erkannt, aufzuzeigen, wie bereits durch Vorsorgemaßnahmen an der Technischen Gebäudeausrüstung Schäden durch Hochwasser verringert werden können.

Anrainer von Flüssen in Ortslagen ohne technischen Hochwasserschutz sind teilweise für die Gefahren durch Hochwasser seit Generationen sensibilisiert und betreiben demzufolge Hochwasservorsorge. Anrainern hinter technischen Hochwasserschutzmaßnahmen und in Hanglagen fehlt weitgehend dieses Gefahrenbewusstsein. Die einen benötigen Hinweise, was sie noch besser machen könnten, die anderen bedürfen einer grundsätzlichen und umfassenden Information.

Bei Hochwasser hat man es nicht mit sauberem, klarem Flusswasser zu tun sondern mit einem Wasser-Schlamm-Gemisch, das in die Gebäude flutet:

- unterschiedliche Chemikalien aus überfluteten Deponien oder Industriegebäuden
- Fäkalien und Gülle aus landwirtschaftlichen Betrieben
- Heizöle, die aus privaten Haushalten oder aus fortgeschwemmten Heizöllagerbehältern ausgelaufen sind
- Benzin und Treibstoffe aus zerstörten Fahrzeugen oder überfluteten Tankstellen
- Fäkalien aus Kanalisation oder überfluteten Kläranlagen
- Lösungsmittel aus Garagen oder Kellerräumen
- Arzneimittel aus Beständen in überfluteten Räumen
- Pflanzenschutzmittel, Bautenschutzmittel aus Baumärkten, Gärten und privaten Haushalten
- und vieles mehr

Die teilweise sehr hohe Fließgeschwindigkeit und gute Durchlüftung des Wasser-Schlamm-Gemisches sorgen für eine gute Durchmischung, zusätzlich fördern warme Umgebungs- sowie Wassertemperaturen ein rasches Bakterien- und Schimmelpilzwachstum.

Grundsätze des Hochwasserschutzes sind gemäß dem *Gesetz zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes* [1] im geänderten *Wasserhaushaltsgesetz* [2] wie folgt enthalten:

- Oberirdische Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass so weit wie möglich Hochwasser zurückgehalten, der schadlose Wasserabfluss gewährleistet und der Entstehung von Hochwasserschäden vorgebeugt wird. Gebiete, die bei Hochwasser überschwemmt werden können oder deren Über-

Preliminary note

In the light of the recent large-scale flooding experienced in Germany and in the Gulf region of the United States and the consequent enormous damage, the necessity has been recognized of showing how flood damage can be reduced by implementing precautionary measures in the Building Services.

People living close to rivers in locations without flood protection works have to a certain extent become sensitised over generations to the dangers arising from flooding and thus take corresponding precautions. This awareness of dangers is largely lacking in those living behind flood protection works or on sloping sites. The former need information about what improvements they could still make while the latter require basic and comprehensive information.

With flooding it is not clean, clear river-water which has to be dealt with but rather a mixture of water and mud pouring into buildings which may include:

- various chemicals from inundated waste dumps or industrial buildings
- faecal matter and semi-liquid manure from agricultural operations
- heating oil which has escaped from private households or from heating oil storage tanks which have floated away
- gasoline and other fuels from damaged vehicles or inundated filling stations
- faecal matter from the sewage system or inundated sewage treatment works
- solvents from garages or cellars
- medicaments from stocks in flooded rooms
- plant pesticides, building structure preservatives from hardware stores, builder's merchants, gardens and private households
- and much more besides

The sometimes very high velocity of the water/mud mixture coupled with its good aeration ensures that it becomes thoroughly mixed while, in addition to this, warm ambient temperatures and water temperatures promote rapid growth of bacteria and moulds.

The principles of flood protection are according to the *Flood Protection Preventive Measures Improvement Act* [1] contained in the amended *Water Management Act* [2] as follows:

- Above-ground bodies of water must be managed in such a way as to retain floodwater as much as possible, ensure harmless drainage of water and prevent the occurrence of flood damage. Areas which can be submerged during a flood event or whose inundation would help to reduce flood

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

schwemmung dazu dient, Hochwasserschäden zu mindern, sind entsprechend zu schützen.

- Jede Person, die durch Hochwasser betroffen sein kann, ist im Rahmen des ihr Möglichen und Zumutbaren verpflichtet, geeignete Vorsorgemaßnahmen zum Schutz vor Hochwassergefahren und zur Schadensminderung zu treffen, insbesondere die Nutzung von Grundstücken den möglichen Gefährdungen von Mensch, Umwelt oder Sachwerten durch Hochwasser anzupassen.

Durch Landesrecht ist ferner zu regeln,

- welche Gewässer oder Gewässerabschnitte als Überschwemmungsgebiete bestimmt sind, in denen ein Hochwasserereignis statistisch einmal in hundert Jahren zu erwarten ist und bei denen durch Hochwasser nicht nur geringfügige Schäden entstanden oder zu erwarten sind,
- welche Gewässer oder Gewässerabschnitte als überschwemmungsgefährdete Gebiete ermittelt, in Kartenform dargestellt und vorläufig gesichert werden müssen,
- wie die Öffentlichkeit über Hochwassergefährdungen zu informieren ist,
- dass Pläne für den technischen Hochwasserschutz und weitere dem Hochwasserschutz dienende Maßnahmen (Hochwasserschutzpläne) aufgestellt und veröffentlicht sowie aktualisiert werden,
- welche dem Schutz vor Hochwassergefahren dienenden Vorschriften erlassen werden müssen, die erforderlich sind zur Vermeidung und Verminderung von Schäden bzw. erheblichen Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit, z.B. das Verbot der Errichtung neuer Ölheizungsanlagen und der richtige Umgang mit wassergefährdenden Stoffen einschließlich der hochwassersicheren Errichtung neuer und Nachrüstung vorhandener Ölheizungsanlagen,
- wie die zuständigen staatlichen Stellen und die Bevölkerung über Hochwassergefahren, geeignete Vorsorgemaßnahmen und Verhaltensregeln informiert und vor zu erwartendem Hochwasser rechtzeitig gewarnt werden,
- wie Störungen der Wasserversorgung und der Abwasserbeseitigung so weit wie möglich vermieden werden.

In Überschwemmungsgebieten dürfen – abgesehen von Häfen und Werften – grundsätzlich keine neuen Baugebiete durch Bauleitpläne ausgewiesen werden. Die Errichtung und die Erweiterung einer bestehenden baulichen Anlage in Überschwemmungsgebieten bedürfen der Genehmigung durch die zuständige Behörde.

damage should be provided with the corresponding protective measures.

- Any person who might be affected by flooding is obliged, within the limits of his capabilities and of what might reasonably expected of him, to take appropriate precautionary measures to protect himself against flooding dangers and to reduce flood damage, and in particular to make modifications to his private land so as to reduce the possible endangerment of individuals, the environment or property caused by flooding.

In addition, German state law will specify

- which bodies of water or which parts of such bodies are designated as flood areas in which a flood is statistically expected once in a hundred years and where not only minor damage is caused by or is expected from the flooding,
- which bodies of water or which parts of such bodies must be identified as areas at risk from flooding, so represented cartographically and provisionally secured,
- how the general public is to be informed regarding flood risks,
- that plans be drawn up for flood protection works and other measures contributing to flood protection (flood protection plans), published and updated,
- which flood danger protection regulations must be imposed as are necessary to prevent and reduce damage to or considerable impairment of the welfare of the general public, including, for example, the prohibition on the installation of new oil central heating systems, correct procedures for handling water-hazardous substances, and the floodproof installation of new oil central heating systems or the upgrading of existing systems,
- how the responsible authorities and the public are to be provided with information about flood dangers, suitable precautions and rules of conduct, and given timely warning about expected flooding,
- how problems in the water supply and in wastewater disposal are prevented to the greatest extent possible.

In flood areas – apart from docks, harbours and shipyards – no new action areas (areas approved for building) whatsoever may be added to development plans. No new constructions may be built or existing constructions expanded in flood areas without the approval of the responsible authorities

Hochwasser-Sonderdruck

Die Gefahr durch Hochwasser für einzelne Objekte ist z.B. durch Hochwassergefahrenkarten aufgezeigt, in denen neben den gesetzlich ausgewiesenen Überschwemmungsgebieten auch grundsätzlich hochwassergefährdete Gebiete dargestellt und Informationen zu den Strömungsverhältnissen im Hochwasserfall (z.B. Fließtiefen, Fließgeschwindigkeiten, Fließhauptrichtungen) enthalten sind. Sie werden durch die Wasserwirtschaftsverwaltungen der Länder zur Verfügung gestellt.

Die in Tallagen oder Flussauen von Bächen, Flüssen und Strömen liegenden Gebäude sind durch Hochwasser besonders gefährdet. In Gewässerabschnitten mit hohem Gefälle kommt zu der Gefährdung durch das fließende Wasser (hohe Schubspannungen) die Gefährdung durch Geschiebetrieb und unter Umständen auch durch Geschwemmsel (Äste, Bäume, alle schwimmfähigen Objekte).

Auch Gebäude am Hang sind bei Starkregenereignissen durch schnell fließendes Oberflächenwasser in Verbindung mit Schlamm, Geröll und Geschiebe bedroht. Die Kanalisation kann bei Starkregenereignissen schnell überlastet sein. Der Abfluss über Schächte oder Hausanschlüsse kann zu umfangreichen Schäden führen.

Außergewöhnliche Niederschläge und Schneeschmelzen führen nicht nur zum sichtbaren Anstieg des Wasserspiegels in Flüssen und Bächen, sondern auch zu einem Anstieg des Grundwassers. Ein Hochwasserereignis ist in der Regel ebenfalls mit dem zeitversetzten Anstieg des Grundwasserspiegels verbunden. Bautechnisch ist dieser deshalb im Hinblick auf die Hochwasservorsorge von gleicher Bedeutung wie der Anstieg des Oberflächenwassers.

Betroffen von Hochwasser sind insbesondere die Bausubstanz von Gebäuden (Objekten) und ihren technische Einrichtungen (innerhalb und außerhalb des Objektes). Zur Minderung von Schäden müssen die Bausubstanz und die technischen Einrichtungen gegen Hochwasser unempfindlich gemacht werden.

Wasser, als Oberflächenwasser oder Grundwasser, kann über verschiedene Pfade in Gebäude eindringen (Bild 1):

- durch die Kanalisation
- durch Ver- und Entsorgungsleitungen
- durch die Gebäudewandungen
- durch Öffnungen in Gebäudewandungen (z.B. Fenster, Türen, Rohrdurchführungen usw.)

Werden diese Pfade wasserdicht verschlossen, treten in der Regel im Gebäudeinneren keine Schäden durch Hochwasser auf, sofern es keine Probleme durch Auftrieb gibt. Dabei sind nicht nur die Hoch-

The risk posed to individual buildings by flooding is indicated, for example, on flood risk maps which not only show legally designated flood areas and areas basically at risk of flooding but also provide information about flow conditions in the event of flooding (for example, river depths, flow velocities, main directions of flow). These maps are made available by the water resources administrative offices of the German Länder.

Buildings located in valleys or on the flood plains of streams or rivers are at particular risk of flooding. In those parts of bodies of water which have high gradients not only is there endangerment from the flowing water (high shear stresses) but also from dislodged stones or boulders, and under certain circumstances also from floating objects (branches, trees, anything which floats) as well.

With heavy rainfall, even buildings on slopes can be threatened by fast-flowing surface water combined with mud, pebbles and boulders. Sewage systems can also become rapidly overloaded by heavy rainfall. Rainwater flowing away via manholes or house drains may cause extensive damage.

Unusually high amounts of precipitation and melting snow will result not only in a visible rise in the water level of rivers and streams but also in a rise in the ground-water. As a rule a flood event is also associated with a time-delayed rise in the ground-water level. From the engineering point of view, this thus has the same importance to flood precautions as the rise in surface water.

Particularly affected by flooding is the structure of buildings and their technical equipment (both inside and outside the building). To reduce the potential damage, both the building structure and the technical equipment must be made insensitive to flooding.

Water, be it surface water or ground-water, can penetrate the building by different routes (Figure 1):

- via the sewage system
- via supply and waste pipes and conduits
- via the walls of the building
- via wall openings (such as windows, doors, pipe entry points, and so on)

If these routes are sealed off watertight, flooding will not usually cause any damage within the building, provided there are no problems with heave or buoyancy. Here it is not only the high-water levels of local

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

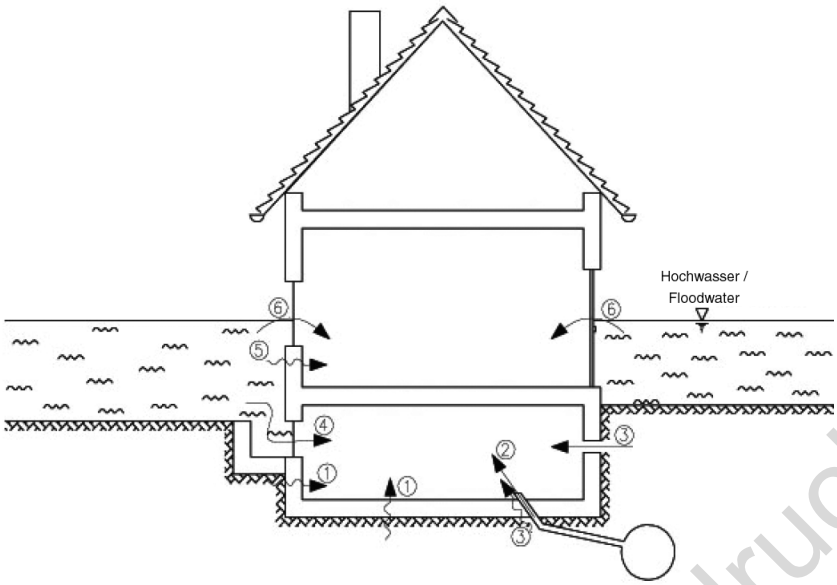


Bild 1. Mögliche Eindringungspfade

1. Eindringen von Grundwasser durch Kellerwände
2. Eindringen von Rückstauwasser durch Kanalisation
3. Eindringen von Grundwasser durch Umläufigkeiten bei Hausanschlüssen
4. Eindringen von Oberflächenwasser durch Lichtschächte und Kellerfenster
5. Eindringen von Oberflächenwasser infolge Durchsickerung der Außenwand
6. Eindringen von Oberflächenwasser durch Tür- und Fensteröffnungen

Figure 1. Possible penetration routes

1. Ground-water passing through cellar walls
2. Backwater penetrating through sewage system
3. Ground-water penetrating through seepage at house connections
4. Surface water penetrating through light wells and cellar windows
5. Surface water penetrating due to seepage through outside wall
6. Surface water penetrating through door and window openings

Hochwasser-Sonderdruck

wasser der örtlichen Gewässer zu betrachten, sondern auch Rückstau aus Abflussrinnen; auch Straßen können überflutet werden. Zu bedenken ist auch, welche Folgen ein Ausfall von Schutzeinrichtungen, wie Hochwasserpumpwerke oder Deiche, haben kann.

Trotz aller Bemühungen durch Hochwasserschutzanlagen kann ein absoluter Schutz letztlich nicht hergestellt werden, es bleiben Risikozonen durch Überlastungen und Versagen. Die vorgesehenen Schutzmaßnahmen reichen immer nur bis zu einem definierten Bemessungshochwasserstand. Wird dieser überschritten, kann das bis dahin geschützte Gebiet überflutet werden.

bodies of water which need to be taken into consideration but also backwater from drainage gutters; even roads can be inundated. Consideration should also be given to the consequences which may result from a failure of protective installations such as flood pumping stations or levees.

Despite everything that flood protection installations can do, there cannot ultimately be any absolute protection from flooding; danger zones will still exist as the result of overload situations and installation failures. The protective measures put in place will only suffice up to a defined design flood level. If this is exceeded, areas until then protected can be inundated.

1 Geltungsbereich

Die Richtlinie VDI 6004 Blatt 1 behandelt Planung, Bauausführung, Betreiben und Nutzen von Gebäuden, Anlagen und Einrichtungen sowie Maßnahmen, um mögliche Schäden zu reduzieren oder zu vermei-

1 Scope

Guideline VDI 6004 Part 1 deals with planning, construction implementation, operation and use of buildings, installation and facilities as well as measures for reducing or preventing possible damage. Particular

den. Besonders auf Gefahren für die Technische Gebäudeausrüstung wird hingewiesen. Darüber hinaus werden Maßnahmen während und im Anschluss an ein Hochwasserereignis dargestellt. Eine allgemeine Vorschrift zur Wiederinbetriebnahme nach Hochwasserschäden gibt es nicht.

Mit dieser Richtlinie werden besonders Bauherren, Eigentümer, Gewerbetreibende, Industriebetriebe, Bauingenieure, Architekten, Ingenieure der Technischen Gebäudeausrüstung, Bauträger, Versorgungsunternehmen sowie Verwaltungen angesprochen sowie alle, die mit Planung, Ausführung, Unterhaltung sowie Erhaltung von Bauwerken in hochwassergefährdeten Gebieten direkt oder indirekt befasst sind.

attention is devoted to dangers posed for the Building Services. In addition, measures are described for the time during and subsequent to a flood. No general rules about restarting operations are provided.

This guideline is directed in particular at contracting authorities, building owners, businessmen in trade and industry, civil engineers, architects, Building Services engineers, developers, utility companies and administrative bodies as well as all persons engaged directly or indirectly in planning, building, maintaining and servicing buildings in areas at threat from flooding.

2 Begriffe und Definitionen

Bauvorsorge

Angepasste Bauweise und auf →Hochwasser ausgerichtete Anlagenausrüstung einschließlich entsprechender eingeschränkter Nutzung gefährdeter Keller- und Wohnräume.

Bemessungshochwasser

Für die wasserwirtschaftliche bzw. -bauliche Bemessung von Anlagen am und im Gewässer zu Grunde gelegtes →Hochwasser, das unter Berücksichtigung ökonomischer und hydrologischer Faktoren ausgewählt wird [3]. Für Wohn-, Industrie- und Gewerbegebiete wird häufig ein 100-jährliches Ereignis als Bemessungshochwasser festgelegt, also ein Ereignis, dessen Eintrittswahrscheinlichkeit jedes Jahr 1:100 beträgt.

Bemessungshochwasserstand

Der Wasserstand, der sich beim →Bemessungshochwasser in einem betrachteten Strömungsquerschnitt einstellt (DIN 19712).

Evapotranspiration

Summe der Verdunstung auf unbewachsener Erdoberfläche und auf Pflanzenoberfläche (einschließlich auf Grund biologischer Prozesse) nach DIN 4049.

Flächenvorsorge für hochwassergefährdete Gebiete

Wasserrechtliche Festsetzung von Überschwemmungsgebieten unter Berücksichtigung des Hochwasserschutzes in Landes-, Regional- und Bauleitplanung, einschließlich rechtlicher Festlegung und Benennung von Verantwortlichkeiten, sowie angepasste Nutzung.

2 Terms and definitions

Building precautionary measures

An adapted mode of construction and method of fitting out installations which takes →flood into account, including the corresponding restricted use of endangered cellars, basements and living space.

Design flood

The →flood level, selected after taking economic and hydrological factors into consideration, upon which is based the water-management- and building-related dimensioning of installations at or in bodies of water [3]. In many cases a 100-year flood event is defined as the design flood for residential, commercial and industrial areas: in other words, an event whose likelihood of occurring in any year is 1 in 100.

Design flood level

The water level which occurs during the →design flood at a particular flow cross-section (DIN 19712).

Evapotranspiration

Sum of evaporation from those parts of the earth without plant cover and of plant transpiration (including evaporation due to biological processes) as defined in DIN 4049.

Precautionary zoning for flood-endangered areas

Definition in water legislation of flood areas taking flood protection into consideration in state, regional and development planning, including legal determination, appointment of responsible persons, and also adapted zoning.

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

Grundwasserspiegel
Ausgeglichene Grenzfläche des Grundwassers gegen die Atmosphäre, z.B. in Brunnen, nach DIN EN 1085 Grenzfläche, unterhalb derer der Erdboden wassergesättigt ist.

Hochwasser
Zustand in einem oberirdischen Gewässer, bei dem der Wasserstand oder Durchfluss einen bestimmten Wert (je nach Betrachtungsweise unterschiedlich) überschritten hat (DIN 4049), z.B. infolge von Niederschlägen oder Schneeschmelze.

Hochwassermarke
Markierung an Bauwerken oder Festgestein, die höchste Wasserstände von →Hochwassern anzeigt [3].

Hochwasserschutzpläne
In Hochwasserschutzplänen sind insbesondere Maßnahmen zum Erhalt oder zur Rückgewinnung von Rückhalteflächen, zu deren Flutung und Entleerung nach Anforderungen des optimierten Hochwasserabflusses in Flussgebietseinheiten, zur Rückverlegung von Deichen, zum Erhalt oder zur Wiederherstellung von Auen sowie zur Rückhaltung von Niederschlagswasser aufzunehmen. Hochwasserschutzpläne dienen dem Ziel, die Gefahren, die mindestens von einem statistisch einmal in einhundert Jahren zu erwartenden Hochwasser ausgehen, so weit wie möglich und verhältnismäßig zu minimieren [1].

Hochwasserspiegel
Wasserspiegel bei →Hochwasser, höchster Wasserstand am/im Gebäude; allgemeiner Begriff, wird in Kombination wie →Bemessungshochwasserstand verwendet.

Hochwasservorsorge
Umfasst als Einzelstrategien die →Flächen-, die →Bau-, die →Verhaltens- und die →Risikovorsorge [4].

Infiltration
Bewegung von Wasser durch die Bodenoberfläche in ein poröses Medium.

Interflow
Anteil des Niederschlags, der nicht bis zur Grundwasseroberfläche gelangt, sondern aus dem Gebiet als unterirdischer Abfluss den Wasserläufen zufließt.

Ground-water level
Average interface of the ground-water with the atmosphere, as in wells, for example; according to DIN EN 1085, the interface surface beneath which the ground is waterlogged.

Flood
The state in an above-ground body of water where the water level or through-flow has exceeded a specific value (which may vary depending on how it is defined) (DIN 4049) as the result, for example, of precipitation or snow melt.

Flood level mark
A marking on buildings or solid rock which shows the highest water levels of →floods [3].

Flood protection plans
Flood protection plans should in particular include measures for preserving or regaining flood control areas, for flooding and draining them as required by optimised flood flow in river basin units, for re-installing dykes and levees, for preserving or restoring bottom land, and also for the retention of precipitation water. The aim of flood protection plans is to minimize as much as possible and proportionally the dangers which arise from a flood which would be statistically expected at least once in a hundred years [1].

Flood level
Water level during a →flood, highest water level at or in the building; general term, used in combination such as →design flood level.

Flood precautions
These include as individual strategies →precautionary zoning, →building precautionary measures, →flood response and crisis management and →flood risk management [4].

Infiltration
Passage of water through the ground surface into a porous medium.

Interflow
That part of precipitation which does not reach the surface of subsoil water but flows out of the area below ground and into the watercourses.

Hochwasser-Sonderdruck

Interzeption

Vorgang, bei dem Niederschlag durch die Vegetation (Kronendach und Streu) aufgefangen wird und dann durch Verdunstung verloren gehen kann ohne den Boden zu erreichen.

Muldenverluste/Muldenrückhalt

Wassermenge, die erforderlich ist, um kleine Vertiefungen bis zum Überfließen zu füllen [5].

Niederschlagswasser

Wasser aus atmosphärischem Niederschlag. Nach der Definition des Abwasserabgabengesetzes (§ 2 Abs. 1) und der Landeswassergesetze umfasst der Abwasserbegriff neben dem Schmutzwasser auch einen Teil des Niederschlagswassers, nämlich das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten und befestigten Flächen abfließende Wasser. Eingeschlossen ist dabei der Niederschlag als Regen, Tau, Schnee und Eisschmelzwasser [6].

Perkolation

Durchgang von Wasser durch den Sickerraum (Boden oberhalb des Grundwassers).

Qualmwasser

Wasser, das durch den Wasserdruck unter dem Deich hindurch gedrückt wird und durch den Untergrund im Binnenbereich an die Oberfläche tritt. Ursachen: Grundwasser, Stauwasser, Haftwasser.

Risikovorsorge

Abschluss von Versicherungen und Bildung von eigenen Rücklagen [4].

Rückstau

Anhebung des Wasserspiegels in einer Gewässerstrecke, hervorgerufen durch eine unterhalb gelegene natürliche oder künstliche Behinderung des Durchflusses. Behinderter Abfluss, Abwasserrückstrom gegen das Gefälle in einer Rohrleitung oder in einem Gerinne.

Rückstauebene

Festgelegte Höhenlage, unterhalb derer Entwässerungseinrichtungen auf den Grundstücken gegen Rückstau aus der Kanalisation zu sichern sind. Niveau, bis zu dem ein Rückstau auftreten kann, in der Regel behördlich (Tiefbauamt) vorgeschrieben, in der Regel Straßenoberfläche zuzüglich 15 cm.

Interception

A process whereby precipitation is intercepted by the vegetation (tree canopy and surface litter) and can then be lost by evaporation before reaching the ground.

Depression losses and depression retention

The quantity of water required to fill small depressions or hollows to the brim [5].

Precipitation water

Water from atmospheric precipitation. According to the definition in the Wastewater Charges Act (AbwAG § 2 (1)) and in provincial water legislation the concept of wastewater not only includes wastewater as such but also a proportion of precipitation water, namely the water originating from precipitation and flowing off built-up and paved areas. This includes precipitation in the form of rain, meltwater, snow and ice meltwater [6].

Percolation

Passage of water through the seepage space (the ground above the ground-water).

Seep water

Water which is pushed through under the dyke by the water pressure and rises through the subsoil to the surface of the bottom land. Causes: ground-water, impounded water, pellicular water.

Risk management

Taking out of insurance policies and setting up one's own financial reserves [4].

Backwater

A rise in the water level of a stretch of water caused by an underlying natural or artificial obstruction of the flow. Impeded outflow, backflow of waste water against the grade in a pipe or channel.

Backwater level

Specified elevation beneath which drainage facilities on properties must be secured against backwater from the sewage system. The level up to which backwater flow may occur, and usually officially prescribed (government civil engineering offices). As a rule it is the road surface level plus 15 cm.

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

Starkregen

Regen, der im Verhältnis zu seiner Dauer eine hohe Niederschlagsintensität hat und daher selten auftritt [3].

Überschwemmung

Überflutung der Ufer von Gewässern bzw. die Ansammlung von Wasser über Flächen, die normalerweise nicht überflutet sind; z.B. infolge von →Hochwasser, Niederschlägen oder Schneeschmelze [3].

Überschwemmungsgebiete

Gebiete zwischen oberirdischen Gewässern und Deichen oder Hochufern und sonstige Gebiete, die bei Hochwasser überschwemmt oder durchflossen oder die für Hochwasserentlastung oder Rückhaltung beansprucht werden [1].

Überschwemmungsgefährdete Gebiete

Gebiete, die Überschwemmungsgebiete sind, aber keiner Festsetzung bedürfen, oder die bei Versagen von öffentlichen Hochwasserschutzeinrichtungen, insbesondere Deichen, überschwemmt werden können [1].

Verhaltensvorsorge

Rechtzeitige Hochwasserwarnung und planvolles Handeln vor und während des →Hochwassers, Alarm und Einsatzplanung, Einrichten von Hochwasserpartnerschaften.

Rainstorm

Rainfall which has a high level of precipitation compared with its duration and which therefore occurs infrequently [3].

Inundation

Flooding occurring when bodies of water spill over their banks or when water accumulates in areas of land which are not normally flooded; for example, resulting from →flood, precipitation or snow melt [3].

Flood areas

Areas between above-ground bodies of water and dykes or levees, and any other area which is inundated during a flood or through which flood water flows, or which have been reserved for as a flood relief measure or for impounding flood water [1].

Flood-endangered areas

Areas which are flood areas but which do not need official designation or areas which can be inundated in the event that public flood protection works fail (particularly dykes or levees) [1].

Flood response and crisis management

Timely warning of floods and implementation of action on the basis of crisis planning both before and during the →flood, planning of alarms and personnel deployment, setting up flood cooperation.

3 Risiken und Schäden

3.1 Hochwasserschäden und ihre Ursachen

Größere Niederschläge und Schneeschmelze führen zu Hochwasser. Die Niederschlagsmenge schwankt im Rahmen der klimatischen Gegebenheiten über das Jahr (zeitlich) und auch räumlich. Die Einzugsgebiete der Bäche, Flüsse und Ströme erhalten somit unterschiedliche Wassermengen, die zu den natürlichen Schwankungen der Wasserstände in den Gewässern führen. Extreme Hochwasserstände treten stets dann auf, wenn hohe Niederschläge (gemessen in mm/h, wobei 1 mm/h dem Wert 1 $\ell/(m^2 \cdot h)$ entspricht) über kurze Zeiträume bzw. kleine und mittlere Niederschlagsintensitäten über längere Zeiträume gleichzeitig auf große Teile des Einzugsgebietes eines Gewässers fallen.

Extreme Niederschlagsmengen werden insbesondere dann freigesetzt, wenn ausgeprägte feuchte Warmluftfronten auf Kaltluftfronten treffen. Damit kann es

3 Risks and damage

3.1 Flood damage and its causes

Relatively large amounts of rainfall and snow melt will result in flooding. How much rain actually falls varies within the framework of the climatic conditions over the year (temporally) and also topographically. The catchment areas of streams and rivers thus receive different amounts of water, thus giving rise to the natural fluctuations in the water levels in still and flowing water. Extreme flood levels will therefore always occur when there is high rainfall (measured in mm/h, where 1 mm/h corresponds to the value of 1 $\ell/(m^2 \cdot h)$) over short periods of time (or low and medium precipitation intensities over more extended periods of time) falling simultaneously onto large parts of the catchment area of a body of water.

Extreme amounts of rain are in particular released when marked moist warm fronts come into contact with cold fronts. Extraordinary runoff situations may

Hochwasser-Sonderdruck

letztlich zu außergewöhnlichen Abflusssituationen kommen. Gewitter und Hagelschauer gehen über das normale Maß hinaus. Flächendeckende Aussagen zu Starkregenereignissen sind bei den anerkannten Wetterdiensten verfügbar, die statistische Auswertung ist in Karten dargestellt [5]. Hinweise hierzu enthält auch die Richtlinie VDI 3806.

Das auf die Erdoberfläche auftreffende Niederschlagswasser (Niederschlagswasser ohne Muldenverluste, Interzeption und Evapotranspiration) fließt zum einen Teil als Direktabfluss auf der Oberfläche dem Gefälle folgend in das nächste Fließgewässer und versickert zum anderen Teil in der oberen Bodenzone (Infiltration). Das versickerte Wasser fließt wiederum zum Teil in der oberen Bodenzone dem Gefälle folgend, als so genannter Zwischenabfluss (Interflow), dem nächsten Fließgewässer zu und zum anderen Teil versickert es in die nächst folgende Bodenzone (Perkolation) und füllt schließlich den Grundwasserspeicher auf.

Je steiler die Oberfläche geneigt ist, desto schneller fließt der Direktabfluss, wie auch der Interflow, dem nächsten Fließgewässer entgegen. In Hanglagen steigt mit zunehmender Vernässung der oberen Bodenzone zudem die Gefahr von Hangrutschungen.

Sind die Böden gefroren oder gab es einen lang anhaltenden Vorregen, der die obere Bodenzone mit Wasser sättigte, kann kein Niederschlagswasser mehr versickern, es findet nur noch Direktabfluss auf der Oberfläche statt. Liegt zudem noch Schnee, der bei steigenden Temperaturen schmilzt, so kommt hier weiterer direkter Oberflächenabfluss hinzu.

Die Abflusssituation in den Gewässern kann sich dadurch enorm verschärfen. Die Hochwasserstände werden extrem hoch. Bei hohen Wasserständen in Verbindung mit größeren Fließgeschwindigkeiten wird Material (Kies, Sand, Schwebstoffe sowie alle schwimmfähigen Objekte) aus der Sohle, den Ufern und den überströmten Vorländern abgetragen (erodiert), das Material wird mit der fließenden Welle weitertransportiert (schwebend, rollend, hüpfend) und in Bereichen mit geringeren Fließgeschwindigkeiten wieder abgelagert (sedimentiert).

Ein Hochwasser ist durch die Versickerung eines Teils der Niederschläge je nach den regionalen hydrogeologischen Verhältnissen im Untergrund (geologische Schichtung, Wasserdurchlässigkeiten der Schichten, Vorfüllung des Grundwasserspeichers u. a.) zeitlich verzögert auch von höheren Grundwasserständen begleitet.

Auf Grund des Hochwassers können sich dauerhafte Kontaminationen der Umwelt und der Gebäude erge-

be the final result. Thunderstorms and hail showers go beyond normal magnitudes of precipitation. Nationwide information about heavy rainfall events is available from the recognized meteorological services, with statistical evaluation presented cartographically [5]. Guideline VDI 3806 also provides information in this regard.

One part of the precipitation water (precipitation water without depression losses, interception or evapotranspiration) reaching the ground surface flows as direct runoff over the ground surface following the fall of the land and into the nearest flowing water body; another part seeps down into the upper soil zone (infiltration). The seeping water in turn flows in part downslope through the upper soil zone, as the so-called interflow, to the nearest flowing water and seeps in part into the nearest following soil zone (percolation) ultimately to fill up the ground-water reservoir.

The steeper the slope of the ground surface, the faster will flow the direct runoff, as also the interflow, towards the nearest flowing water body. In locations on slopes, as the upper soil zone becomes more and more waterlogged the danger of earth slides or landslips also increases.

If soils are frozen or if there has already been an extended period of rainfall which has saturated the upper soil zone with water, no more precipitation water will be able to seep into the ground and there will only be direct runoff on the ground surface. If there is also snow on the ground which thaws as temperatures rise, additional direct surface runoff may occur.

This can enormously aggravate the situation as regards runoff into the water bodies. Flood levels become extremely high. When high water levels occur in conjunction with higher flow velocities, material (gravel, sand, suspended solids as well as any buoyant objects) will be carried away (eroded) from the bottom, the banks and the submerged parts of the flood plain. This material is transported onward with the flow (floating, rolling, saltating) and deposited again in places with lower flow velocities (sedimented).

Due to percolation of some of the precipitation water which depends on regional hydrogeological conditions within the subsoil (geological stratification, water permeability of the various layers, prefilling of the ground-water reservoir, and so on) a flood will also be accompanied after a time delay by higher groundwater levels.

The flood water may cause long-lasting contamination of the environment and of buildings. In addition,

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

ben. Ferner ist davon auszugehen, dass unter bestimmten Bedingungen das Oberflächen- oder Grundwasser eine Vielzahl von Krankheitserregern, wie Bakterien, Viren und Eier parasitischer Würmer, enthalten kann. Ursache hierfür sind die durch Überschwemmung teilweise stark reduzierten Gesamtwirkungsgrade der Abwasserreinigungssysteme oder deren vollständiger Ausfall.

we must also assume that under certain conditions the surface or ground-water can contain a wide variety of pathogens such as bacteria, viruses and the eggs of parasitic worms. The reason for this is the sometimes markedly reduced overall effectiveness of the sewage treatment systems due to inundation or even their total failure.

Durchfeuchtete Baumaterialien wie Estriche, Dämmstoffe, Holz usw. bieten Mikroorganismen wie Schimmelpilzen ideale Wachstumsbedingungen. Auch der zeitweilige Ausfall von Energie und Trinkwasserversorgung im Zusammenhang mit Evakuierungsmaßnahmen trägt zur Verminderung der Hygiene bei.

Once penetrated by moisture, building materials such as screeds, insulating materials, wood and so on provide micro-organisms such as moulds and mildews with ideal growth conditions. Even the temporary failure of supplies of energy and drinking water will contribute to a reduction in hygiene in the context of evacuation measures.

Grundsätzlich sind zwei Formen einer Belastung durch Hochwasser zu unterscheiden. Zum einen treten Überschwemmungen mit geringen Fließgeschwindigkeiten auf (wie das langsame Ausufern bzw. Überströmen von Hochwasserschutzeinrichtungen – Deiche, Hochwasserschutzmauern, mobile Hochwasserschutzelemente – und Einstauen des Hinterlandes vor Fließhindernissen), insbesondere in Fluss- und Stromtälern mit geringem Gefälle, zum anderen solche mit hohen Fließgeschwindigkeiten (bei großem Sohlgefälle/Talgefälle der Bäche und Flüsse und bei hohem Potenzialgefälle, das ist der Druckunterschied zwischen Oberwasser und Unterwasser, z. B. bei Deichbruch).

Basically two forms of load due to flood are to be distinguished. Firstly, inundations with low flow velocities (such as slow overflow of banks or overtopping of flood protection works – such as dykes, flood walls, movable flood protection measures – and ponding in upstream areas due to flow obstacles), particularly in stream and river valleys with low gradients. Secondly, inundations with high flow velocities (occurring with steep bottom gradients or channel slopes of streams and rivers and in the case of high potential gradients – this is the pressure difference between upper water surface level and the lower, such as occurs, for example, when a dyke or levee fails).

Die Einwirkungen des Hochwassers auf Gebäude umfassen hydrostatische und hydrodynamische Druckbelastungen (durch das Wasser-Materialgemisch) sowie auch die chemischen Belastungen durch das Wasser mit seinen Inhaltsstoffen, die der Gebäudeausstattung Schaden zufügen können.

The effects of flooding on buildings include hydrostatic and hydrodynamic pressure loading (due to the mixture of water and material) as well as the chemical impact of the water and its constituents which can damage to building equipment and furnishings.

Der Druck wirkt statisch auf alle Wände und den Boden (Fundament) des Gebäudes. Bei Überstau von Gebäudeteilen wirkt die überstauende Wasser-Geschiebe-Menge zudem auch als Auflast. Belastungsgrößen sind der horizontale Druck auf die Gebäudehülle (Wände, Türen, Fenster), der proportional zur Einstauhöhe zunimmt, und der Auftrieb des Gebäudes, der so groß ist, wie die durch das Gebäude verdrängte Wassermenge.

The pressure acts statically on all walls and on the foundations of the building. When parts of the building are actually under water, this additional quantity of water and the material it is transporting load also acts as a superimposed load. The load parameters are the horizontal pressure on the external envelope of the building (walls, doors, windows) – which increases proportionally to the floodwater depth differential – and the buoyancy of the building which is equivalent to the quantity of water displaced by the building.

Der hydrostatische Wasserdruck wirkt auf die gesamte benetzte Fläche der Gebäudehülle. Auf den Kellerboden wirkt der Auftrieb mit dem größten Druck. Zwischen außen und innen des Gebäudes entsteht ein Druckgefälle; wird es größer als die Belastbarkeit des Materials der Wände, Türen, Fenster und

The hydrostatic water pressure acts on the entire wetted surface of the external envelope. Buoyancy applies the greatest pressure to the basement floor. A hydraulic gradient comes into being between the exterior and the interior of the building. If it becomes greater than the load-bearing capacity of the material

Hochwasser-Sonderdruck

des Bodens, so führt dieser Druckunterschied zum Versagen der Gebäudehülle.

Der schwächste Bereich versagt zuerst (Fenster, Türen) und das Hochwasser dringt schlagartig in das Gebäude ein. Durch das Eindringen des Wassers in das Gebäude wird der hydrostatische Druck gemindert, die Belastung reduziert sich. Bevor eine Gebäudehülle versagt, kann ihre Belastung durch eine gezielte Flutung des Gebäudes mit sauberem Trink- oder Grundwasser reduziert werden; hierdurch werden Schäden durch Wasserinhaltsstoffe des Flutwassers (z. B. Schlamm, umweltgefährdende Stoffe) vermieden.

Die zuvor beschriebenen Kräfte wirken bei der Gebäudeflutung auch innerhalb der Gebäudehülle z. B. auf einzelne Bauteile wie Behälter aller Art (Heizöl, Wasser, Wein usw.), Heizkessel, Ausdehnungsgefäße usw. und auch auf außerhalb der Gebäudehülle liegende Bauteile, wie gegebenenfalls Licht-, Treppen-, teilgefüllte Kellerschächte und Ähnliches.

Auf den Baugrund eines Bauwerks wirkt der Auftrieb bei einer Überflutung entlastend, während beim Absinken des Grundwassers ein Rückgang des Auftriebs wiederum belastend wirkt. Hierdurch können kleine Bewegungen des Bauwerkes und des umgebenden Baugrundes entstehen, die unterschiedlich in Größe und Richtung sein können. Diese sind bei Anschlüssen – z. B. Kanäle, Rohrleitungen, Kabel usw. – aber auch bei Bauwerksverbindungen zu berücksichtigen.

Der Auftrieb bei einer Überflutung kann – abhängig von der Durchlässigkeit des Bodens – in unterschiedlicher Stärke und zu unterschiedlichen Zeiten auf ein Bauwerk einwirken. Dies kann vermieden werden, wenn eine Grundstücksentwässerung um die Gebäudehülle in Verbindung mit einem Schöpf- oder Pumpwerk (stationär oder mobil) ausgebildet wird.

Zur Beurteilung des Auftriebsrisikos bei einem erhöhten Grundwasserspiegel sind Grundwassermessstellen sinnvoll, die möglichst mit Höhenstandssonden an eine Alarmanlage angeschlossen sind.

Bei Überflutung von kanalisierten Gebieten durch Hochwasser oder besonders starke Niederschlagsereignisse können auch Gebäude durch Rückstau in der Kanalisation überflutet werden.

Hiergegen können Rückstausicherungen eingebaut werden. Eine druckwasserdichte Ableitung des Schmutzwassers aus den überflutungsgefährdeten Räumen ist erforderlich, siehe Abschnitt 5.10.

of walls, doors, windows or floors, this pressure difference will result in the failure of the external envelope of the building.

The weakest sections will fail first (windows and doors) and the floodwater will burst into the building. Entry of the water into the building causes a reduction in the hydrostatic pressure and in the loading. Before an external envelope fails, the load on it can be reduced by a deliberate flooding of the building with clean drinking water or ground-water. This also prevents damage by flood-water constituents (for example, sludge, environmentally hazardous substances).

Once the building itself has flooded, the forces described above will also act within the external envelope of the building as well, on, for example, individual components such as tanks of all kinds (heating oil, water, wine, etc.), central heating boilers, expansion tanks and so on, and even on components located outside the building envelope, such as light wells, stairwells, partially submerged cellar shafts and the like.

The buoyancy uplift occurring during flooding has a load-relieving effect on the subsoil beneath a building while when the ground-water level falls the ensuing decrease in buoyancy has a loading effect. This can create small movements in the building structure and surrounding subsoil which can vary in magnitude and direction. These should be taken into consideration not only in the case of connections – for example, drains and sewers, pipes, cables and so on – but also where building structures join.

The buoyancy uplift occurring during flooding can – depending on the permeability of the soil – affect a building structure with different intensities and at different times. This can be prevented by setting up a building drainage system around the external envelope of the building and connected to a bailing or pumping facility (stationary or movable).

To make it possible to judge the uplift risk when there is an elevated ground-water level, it makes sense to set up ground-water measurement points which are, if possible, connected via level sensors to an alarm system.

When areas with sewage conduits are submerged by flooding or experience particularly severe rainfall, even buildings can be flooded by backwater in the sewage system.

Anti-backwater measures may be installed to combat this. A discharge pipe which is capable of resisting the ingress of water under pressure is required for discharging sewage or foul water from flood-endangered rooms (see Section 5.10).

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

In überflutungsgefährdeten Gebieten können zudem Gefahren durch das Ausfallen von Schöpf-/Pumpwerken, einen Deichbruch oder eine gezielte Überflutung (zur Entlastung anderer gefährdeter Bereiche mit einem höheren Schadenspotenzial) entstehen.

Hiergegen können Bauwerke nicht mit wirtschaftlichem Aufwand sinnvoll geschützt werden; es sollten jedoch Strategien (des Katastrophenschutzes) gegen derartige Gefahren ausgearbeitet werden.

3.2 Gesetzliche Anforderungen und Schutzziele

Den rechtlichen Rahmen für Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge hat der Bund mit dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG, siehe [2]) gegeben. Durch technische Hochwasserschutzeinrichtungen oder Hochwasserrückhaltungen in den Oberläufen kann der Staat u.a. das Risiko von Überschwemmungen mindern. Er kann dies im Rahmen seiner gesetzlichen Vorgaben im Sinne der öffentlichen Sicherheit und Ordnung und zum Wohl der Allgemeinheit tun, um so Personen-, Umwelt-, aber auch Sachwertschäden durch Hochwasser (wie durch andere Elementarereignisse, z.B. Sturm, Hagel, Erdrutsch, Lawinen) entgegenzuwirken. Der Höhe des Schutzgrades sind jedoch immer auch wirtschaftliche Grenzen gesetzt.

3.3 Verantwortung

Aspekte des Hochwasserschutzes müssen bei der Anordnung, Errichtung, Instandhaltung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei Nutzungsänderung entsprechend berücksichtigt werden, um die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen für einzelne Objekte sicherzustellen. Hierbei tragen Bauherr, Architekt, Fachplaner und Fachunternehmer sowie Betreiber jeweils die Verantwortung im Rahmen ihres Wirkungskreises. So soll der Bauherr die Ziele des Hochwasserschutzes frühzeitig vorgeben, muss der Architekt einen geeigneten Sachverständigen heranziehen und muss der Bauleiter gegebenenfalls auch darüber wachen, dass die Baustelle gegen Gefährdung durch Hochwasser geschützt eingerichtet und sicher betrieben wird. Außerdem muss der Betreiber dafür sorgen, dass die Schutzmaßnahmen durch regelmäßige Instandhaltung ständig betriebsbereit und funktionssicher gehalten werden.

3.4 Strategie zur Schadensbegrenzung

Die Bewohner in Überschwemmungsgebieten oder überschwemmungsgefährdeten Gebieten haben sich gemäß [1] und [2] grundsätzlich durch Eigenvorsorge gegen die Auswirkungen und Folgen von Hochwasser selbst zu schützen, weil weder Bund oder Land noch Gemeinde für Überschwemmungsschäden haften.

In flood-endangered areas, hazards can also arise from the failure of bailing or pumping stations, a breach in a dyke or levee, or from deliberate flooding (to relieve other endangered areas with a higher potential for damage).

Here, on the other hand, buildings cannot reasonably be protected at acceptable cost; instead, (catastrophe response) strategies should be worked out for hazards of this kind.

3.2 Statutory requirements and protection aims

The legal framework for flood protection and flood precautions was put in place in Germany by the federal government with the Water Management Act (WHG; see [2]). By means of flood protection works or floodwater detention reservoirs or dams in river headwaters the state can, among other things, reduce the risk of inundations. It can do so as part of its legal requirements within the context of public safety and for the welfare of the general public so as to counteract or prevent injury to persons, damage to the environment and even to property caused by flooding (as also by other elemental events such as storm, hailstorms, landslides, avalanches). However, economic limits will always be set for the degree of protection afforded.

3.3 Responsibility

Aspects of flood protection must be taken into account when planning, installing, maintaining and modifying buildings and structural works (and also when changing their use) in order to secure the effectiveness of protective measures for individual buildings. Main contractors, architects, specialist planners and contractors and also owners in each case will have the responsibility corresponding to their sphere of influence. The main contractor should thus define at any early stage the aims of flood protection, the architect must consult the appropriate expert, and the site agent must, if necessary, also ensure that the construction site is set up so that it is protected against endangerment from flooding and is run safely. In addition, the owner must ensure by means of regular maintenance that protective measures are kept in a state of operational readiness and functional reliability at all times.

3.4 Damage-limitation strategy

The inhabitants of flood areas or flood-endangered areas must, according to the relevant legislation ([1] and [2]), protect themselves by taking their own precautions against the effects and consequences of flooding since the government does not assume any liability for flood damage at national, provincial or municipal level.

Hochwasser-Sonderdruck

Die weitere Hochwasservorsorge umfasst als Einzelstrategien die Flächen-, Bau-, Verhaltens- und Risikovorsorge [4].

Das primäre Ziel zum Schutz von Gebäuden und der Gebäudetechnik vor Hochwasser ist es, den Wassereintritt in Gebäude zu verhindern. Bei Neubauten ist das Ausweichen die beste Schutzstrategie, das heißt der Bau in überschwemmungsgefährdeten Gebieten wird unterlassen.

Der Wassereintritt ins Gebäude soll durch bauliche Maßnahmen weitgehend verhindert werden, wenn bestehende Gebäude erhalten bleiben sollen oder ein Neubau in einem gefährdeten Gebiet unumgänglich ist.

Dies kann jedoch zu einer Standsicherheitsgefährdung des Gebäudes durch Auftrieb führen. Um dies zu vermeiden, sind teilweise besondere bauliche Maßnahmen auch für die Außenanlagen (Auflasten, Verankerungen) nötig. Alternativ kann dem Hochwasser nachgegeben werden, indem das Gebäude planmäßig teilweise oder vollständig geflutet wird.

3.4.1 Gefährdungslage durch Hochwasser

Erste Voraussetzung zur Entwicklung einer Strategie zur Schadensminderung an der TGA bei Hochwasserereignissen ist die Durchführung einer Gefährdungsanalyse. Hierzu müssen die für das Objekt individuellen Überflutungsgefahren in Art und möglicher Höhe ermittelt werden (z.B. durch Grundwasser, Oberflächenwasser, Starkregen etc.).

Hilfreiche Informationen hierzu sind:

- Überschwemmungsgebietskarten, Hochwassergefahrenkarten (erhältlich z.B. bei Wasserbehörden sowie Kreis- und Gemeindeämtern)
- Erfahrungen und Aufzeichnungen vergangener Ereignisse (z.B. historische Hochwassermarken)
- Restrisiken bei bestehendem öffentlichen Hochwasserschutz (Qualmwasser bei Deichanlagen, Kanalflutungen)
- Informationen über die Leistungsfähigkeit des Entwässerungssystems (privat und öffentlich)
- Erkenntnisse über das Grundwasserverhalten
- Gefährdung durch Nachbarobjekte (Erfahrung, Einflussnahme der eigenen Warnzeichen oder Vorwarnzeichen)
- Versicherbarkeit [1)]

[1)] Ein Hilfsinstrument zur Schätzung der Betroffenheit durch ein Hochwasser ist z.B. das kurz als „ZÜRS“ genannte System vom Gesamtverband des deutschen Versicherungswirtschaft zur Einteilung der vom Hochwasser gefährdeten Landzonen (siehe auch http//www.gdv.de).

Further flood precautions include a individual strategies precautionary zoning, building precautionary measures, flood response and crisis management, and flood risk management [4].

The primary objective in protecting buildings and Building Services against flooding is to prevent the entry of water into the building. In the case of new buildings, the best protective strategy is to prevent the situation arising – in other words, building in flood-endangered areas shall be omitted.

The entry of water into the building should be largely prevented by constructional measures when an existing building is to be preserved or the construction of a new building in an endangered area is unavoidable.

This can however result in the structural stability of the building being threatened by buoyancy. To prevent this happening, certain – and in some cases, special – constructional measures are required even for outside installations (superimposed load, anchorages). Alternatively it is possible to yield to a certain extent to flooding by implementing a plan to flood the building partially or entirely.

3.4.1 Flood endangerment situation

The first requirement in the development of a strategy aimed at reducing damage to Building Services during flood events is to carry out an endangerment analysis. In this the nature and possible magnitude of the individual dangers posed to the building by flooding must be determined (for example, by ground-water, surface water, heavy rainfall, and so on).

Useful sources of information in this connection are:

- flood area maps, flood risk maps (obtainable, for example, from water regulatory authorities and also local government offices)
- experiences from and records of past events (for example, historical flood level marks)
- residual risks with existing public flood protection (seepage water in the case of dyke installations, canal flooding)
- information about the efficiency of drainage systems (private and public)
- findings concerning ground-water behaviour
- endangerment from neighbouring buildings (experiences, influence from own warning signs or advance warning signs)
- insurability [1)]

[1)] One example of an auxiliary instrument for estimating the extent to which a building can be affected by a flood event is a system (referred to in brief as “ZÜRS”) of the National Association of German Insurers for classifying geographical zones at risk of flooding (see also www.gdv.de).

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

Weiterhin soll eine Prioritäten-Liste der zu schützenden Güter und Anlagen erstellt werden. Die Rangfolge richtet sich nach folgenden Gesichtspunkten:

- Gefährlichkeit der zu schützenden Güter (Umwelt, Gesundheit etc.)
- wirtschaftlicher Wert der Güter und Anlagen
- Wichtigkeit der Aufrechterhaltung des Betriebs der TGA und somit der Produktion bzw. Nutzung während und nach einem Hochwasser

Die Ergebnisse der Gefährdungsanalyse ermöglichen die Konkretisierung relevanter Schutzziele und das Erarbeiten der Strategie zur Schadensbegrenzung unter Berücksichtigung

- der technischen Realisierbarkeit,
- der Wirtschaftlichkeit und
- des Gefahrenpotenzials.

3.4.2 Sicherung von Gebäuden

Das Eindringen von Wasser in Gebäude kann verhindert werden, indem die Eintrittspfade verschlossen werden (siehe Bild 1). Durch eine mangelhafte Abdichtung des Bodens oder der Wände, undichte Öffnungen (Türen, Fenster, Leitungsdurchführungen für Gas, Trinkwasser, Heizung, Strom, Kommunikationsmedien, Kanalanschlüsse) oder durch Rückstau aus der Kanalisation kann Wasser in Gebäude eindringen.

Die Dichtheit von Wand und Boden kann z. B. durch die Verwendung einer weißen Wanne erzielt werden (siehe Bild 2). In diesem Fall werden der Boden und die Wände in Stahlbeton ausgebildet, wobei besonders auf die Qualität des Betons (wasserundurchlässiger Beton), der Arbeitsfugen und der erforderlichen Bewehrung geachtet werden muss.

Alternativ kann mit einer schwarzen Wanne, einer bituminösen Sperrschicht auf der Außenseite von Boden und Wänden (Bild 3), das Eindringen von Wasser in das Gebäude verhindert werden. Ein Versagen dieser Abdichtung führt unweigerlich zum Eindringen von Grund-, Schichten- oder aufstauendem Sickerwasser. Die Planung bzw. Ausführung dieser Abdichtungen erfordert Fachkenntnisse.

Grundsätzlich sollen Kellerschächte sowie Fenster und Türen in hochwassergefährdeten Gebieten über den höchsten Hochwasserspiegel gelegt werden. Ist dies im Einzelfall nicht möglich, müssen sie im Hochwasserfall durch spezielle mobile Hochwasserschutzeinrichtungen, z. B. Dammbalkensysteme oder Platten, verschlossen werden.

Furthermore, a priorities list of the property and installations to be protected should be drawn up. The order of priorities will be guided by the following aspects:

- dangerous properties of the items to be protected (danger for the environment, health, and so on)
- economic value of the property and installations
- importance of retaining operation of Building Services and thus of production or use during and after a flood

The results of the endangerment analysis will make it possible to formulate important protective aims in concrete terms and to work out the damage limitation strategy taking into consideration:

- technical feasibility
- economic efficiency
- danger potential

3.4.2 Securing buildings

Water can be prevented from penetrating into buildings by closing off the entry route (see Figure 1). Water can get into the building if there is inadequate sealing of the floor or walls, non-watertight openings (doors, windows, building openings for gas, drinking water, heating, power, communications, drains) or due to backwater from the sewage system.

Watertightness of walls and floor can be achieved by using waterproof concrete (white tub), for example (see Figure 2). In this case the floor and the walls are constructed in reinforced concrete, with particular attention being paid to the quality of the concrete (waterproof concrete), construction joints and the necessary reinforcement.

An alternative way of preventing the ingress of water into the building is to use a bituminous waterproof membrane (black tub) on the outside of floor and walls (Figure 3). Failure of this seal will inevitably result in the penetration of ground-water, perched water or impounded seepage water. Specialist knowledge is required in the planning or installation of these seals.

As a basic rule, in flood-endangered areas cellar shafts as well as windows and doors should be installed above the maximum flood level. If this is not possible in an individual case, in the event of a flood these elements must be sealed off with special movable flood protection devices, such as, for example, stoplog systems or slabs.

Hochwasser-Sonderdruck

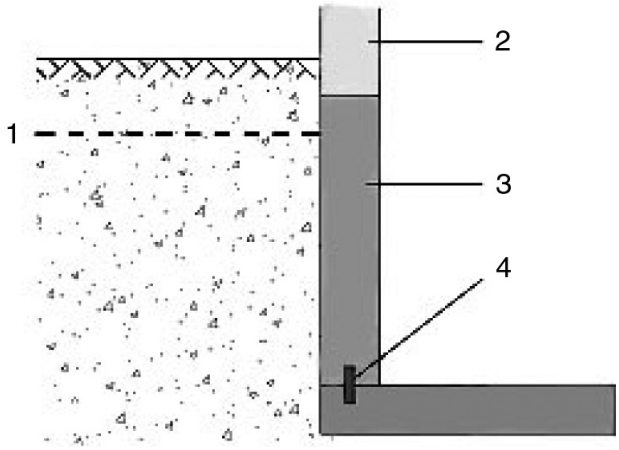


Bild 2. Weiße Wanne
1 höchstes Grundwasser
2 tragende Wand
3 „Weiße Wanne“
4 Arbeitsfugenband

Zu beachten sind:

- sorgfältige Ausführung von Arbeits- und Dehnungsfugen
- sorgfältige Planung und Bemessung erforderlich
- Undichtigkeiten leicht lokalisierbar und sanierbar
- häufig preiswerter als „Schwarze Wanne“

Figure 2. White tub
1 Highest ground-water level
2 Load-bearing wall
3 White tub
4 Construction joint sheet

Pay attention to:

- careful execution of construction joints and expansion joints
- careful planning and dimensioning required
- permeable locations can be easily located and corrected
- frequently less expensive than Black tub

Hochwasser-Sonderdruck

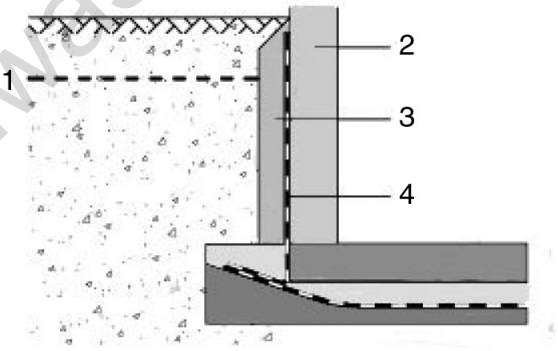


Bild 3. Schwarze Wanne – Außendichtung
1 höchstes Grundwasser
2 tragende Wand
3 Schutz vor mechanischer Beschädigung
4 Dichtungsbahn

Merkmale der Konstruktion:

- geeignet bei komplizierten Gebäudegeometrien
- keine besondere Berücksichtigung von Arbeitsfugen
- Undichtigkeiten nicht lokalisierbar (Umläufigkeiten), aufwändige Sanierung
- kann in der Regel nur unterhalb der Geländeoberkante eingesetzt werden

Figure 3. Black tub – outside sealing
1 Highest ground-water level
2 Load-bearing wall
3 Protection against mechanical damage
4 Sealing sheet

Construction characteristics:

- suitable for complex building geometries
- construction joints not given special treatment
- permeable locations cannot be easily located; correction is time-intensive
- as a rule can only be used below ground level

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

Leitungsdurchführungen durch Wände, Decken oder Böden sind durch spezielle Dichtungen zu schützen (siehe Abschnitt 5.10).

3.4.3 Planmäßige Flutung von Gebäuden

Ist durch die Abschottung des Gebäudes die Standsicherheit durch den Auftrieb gefährdet, muss das Gebäude teilweise oder vollständig planmäßig in Abstimmung mit dem zuständigen Tragwerksplaner und Geotechniker geflutet werden. Die Flutung mit Trinkwasser ist der Flutung mit Oberflächenwasser mit seinen Schweb- und Inhaltsstoffen vorzuziehen. Dabei muss gewährleistet werden, dass die Flutung ausreichend schnell erfolgt und dass genügend Flutungskapazität (z. B. Pumpen, Wasser) vorhanden ist.

Eine sichere Stromversorgung während der Flutung ist ebenfalls zu gewährleisten. Die Flutung muss organisatorisch durch einen Flutungsplan vorbereitet werden (siehe Abschnitt 4.3 und Abschnitt 6.7).

Die zur Flutung vorgesehenen Räume oder Gebäudeteile sind im Hinblick auf eine weitergehende Schadensminimierung von Einrichtungen weitgehend leer zu räumen, der Einsatz von wasserunempfindlichen Baustoffen wird darüber hinaus empfohlen.

Auftriebgefährdete Einrichtungen, z. B. Behälter, Hebeanlagen usw., sind gegen Aufschwimmen zu sichern. Halbgefüllte Heizölbehälter können durch Auffüllen mit Heizöl oder vollständiges Entleeren und Auffüllen mit Trinkwasser gegen Aufschwimmen geschützt werden. Abgepumptes Öl-Wasser-Gemisch wird später getrennt und ordnungsgemäß entsorgt.

Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) sollen in den Flutungsbereichen nicht vorgesehen werden.

Weitere Abwehrmaßnahmen siehe auch Abschnitt 6.

3.5 Risikotransfer

Durch die vorgesehenen Nutzungen werden in modernen Gebäuden immer mehr Anlagen und Einrichtungen der TGA geplant und installiert, die zunehmend die Bau- und Betriebskosten von Gebäuden maßgebend bestimmen.

Der bei einem Hochwasser zu beklagende Sachwertverlust einschließlich Zerstörung und Beschädigung der TGA kann deshalb sehr hoch und für die Betroffenen ruinös sein, sodass es immer häufiger notwendig sein wird, sich gegen dieses Risiko abzusichern.

Piping and similar openings through walls, ceilings or floors should be protected by special seals (see Section 5.10).

3.4.3 Planned flooding of buildings

If measures taken to make the building watertight are threatening its structural stability due to buoyancy, the building will need to be deliberately flooded, partially or completely, after consultation with the responsible structural engineer and geotechnician. Flooding with tap water is to be preferred to flooding with surface water along with its constituents and the matter suspended in it. Here it must be ensured that flooding takes place at sufficient speed and that there is enough flooding capacity available (for example, pumps, water).

In addition, a safe supply of power should be ensured during the flooding process. On the organizational side, active flooding must be prepared by means of a flooding plan (see Section 4.3 and Section 6.7).

Rooms or parts of the building which are scheduled for active flooding should be cleared as far as possible of furniture and other equipment in order to minimize damage. In addition, the use of building materials not susceptible to water damage is recommended.

Installations and equipment at risk due to their own buoyancy, such as tanks, lifting gear and so on, should be secured against floating. Half-filled heating oil tanks can be protected against floating by filling them fully with heating oil or by draining them completely of oil and then filling with tap water. Subsequently the oil-water mixture will be pumped out, separated and then disposed of properly.

Building Services systems should not be installed in parts of the building scheduled for flooding.

Further defensive measures are also dealt with in Section 6.

3.5 Transfer of risk

On account of the intended uses of modern buildings, more and more Building Services systems and equipment are planned and installed in them and these have an increasingly important effect on construction and operating costs.

For this reason the losses in material value which could be claimed following a flood event, including destruction of and damage to Building Services, can be very high and even ruinous to persons thereby affected. It is therefore more and more frequently necessary to take steps to secure oneself against this risk.

Hochwasser-Sonderdruck

Die Absicherung gegen Hochwasserrisiken kann entweder durch die Bildung eigener finanzieller Rücklagen oder durch den Abschluss eines Versicherungsvertrages – auch als Risikotransfer bezeichnet – geschehen. Erfahrungsgemäß sind Immobilieneigentümer und Gebäudebetreiber auf mögliche Gefährdungen und Schäden durch Hochwasser vielfach unzureichend vorbereitet, weil Hochwasser eher als ein seltenes Ereignis wahrgenommen wird.

Die eigene finanzielle Vorsorge setzt voraus, dass der Eigentümer entsprechende Mittel für den Schadensfall zurücklegt, die der Überschwemmungsgefährdung und dem Risiko von Hochwasserschäden angemessen und zudem gegebenenfalls anzupassen sind, sobald wertsteigernde Maßnahmen am Objekt ergriffen werden.

Grundsätzlich können Anlagen der TGA als Bestandteile baulicher Anlagen im Rahmen einer Gebäudeversicherung bzw. Betriebsunterbrechungs-Versicherung zusätzlich gegen Hochwasser als Gefahr versichert werden. Dabei wird vereinbart, dass der Versicherer im Schadensfall einen bestimmten Schadenersatz – maximal in Höhe der versicherten Summe – leistet, wenn ein Schaden an einer versicherten Sache infolge eines Hochwassers als versicherte Gefahr entstanden ist und der Versicherungsnehmer die Versicherungsprämie an den Versicherer regelmäßig gezahlt hat.

Risiken spekulativer Natur, z.B. Schäden durch Sturmflut, sind unkalkulierbar und können deshalb nicht durch einen Versicherungsvertrag abgedeckt werden. Deshalb können Bewohner von besonders hochwassergefährdeten Regionen vielfach den Versicherungsschutz nicht bzw. nur mit einer Selbstbeteiligung finden.

Safeguarding oneself against flood risks can be done either by setting up own's own financial reserves or by taking out an insurance policy – also referred to as transfer of risk. Experience shows that property owners (land or buildings) are in many cases insufficiently prepared for the possible endangerment and damage arising from flooding since it is regarded as a rare occurrence.

Taking one's own financial precautions does assume that the property owner sets aside the means to cover the damaging event. The amount should be appropriate for the level of flood risk and the risk of flood damage. It may also need to be immediately adjusted in the event of measures being taken to increase the value of the property.

Basically, Building Services systems as constituent parts of buildings can also be insured against flooding as a risk as part of a building insurance policy or of a business interruption insurance policy. Here it is agreed that in the event of a claim the insurance company will pay a specific amount of compensation for damage – an amount which does not exceed the sum insured – if damage to an insured object has occurred which was due to a flood as an insured risk and the policy-holder has paid the insurance premium regularly to the insurance company.

Risks of a speculative nature, such as damage due to storm surges, for example, cannot be calculated and cannot therefore be covered by an insurance policy. For this reason, people living in areas at particular risk of flooding often cannot obtain insurance cover or if so, only when they assume part of the risk themselves.

4 Vorsorgemaßnahmen

Hochwasserschutz muss als fortwährende Aufgabe sowohl in der zuständigen öffentlichen Verwaltung als auch in den gefährdeten Gebäuden, Gewerbe- und Industrieunternehmen konkret definiert werden.

Grundsätzlich können Vorsorgemaßnahmen in Bauvorsorge und mobilen Hochwasserschutz eingeteilt werden. Orts- oder objektspezifische Maßnahmen sind vor der Investition jeweils in Abhängigkeit von

- der örtlichen Betroffenheit durch mögliches Hochwasser,
- den relevanten Schutzzielen und
- der technischen Realisierbarkeit sowie
- dem Kosten-Nutzen-Verhältnis festzulegen.

4 Precautions

Flood protection must be defined in concrete terms as a constant duty not only in the relevant public administration offices but also in the endangered buildings and commercial and industrial companies.

Basically precautions can be divided into building precautionary measures and movable flood protection. Before investments are made, local or building-specific measures should be determined in each case depending on

- the local effect of possible flooding,
- the relevant protection objectives, and
- technical feasibility as well as,
- the cost-benefits ratio.

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

Einzelobjekte werden selten durch ständige Hochwasserschutzeinrichtungen (Mauern, Deiche), häufiger durch mobile Hochwasserschutzeinrichtungen oder durch Kombination beider Systeme geschützt.

4.1 Mobiler Hochwasserschutz

Unter mobilem Hochwasserschutz versteht man den Hochwasserschutz, der temporär allein oder in Verbindung mit stationären Anlagen, z.B. durch das Aufstellen von mobilen Hochwasserschutzsystemen, eine Verkleinerung des Überschwemmungsgebietes bewirkt.

Der planmäßige mobile Hochwasserschutz gewährleistet einen Schutz, der im Rahmen planmäßiger, genehmigungsbedürftiger Hochwasserschutzanlagen errichtet wird und damit das durch die jeweilige Genehmigungsbehörde vorgegebene Sicherheitsniveau gewährleistet. Diese Systeme können eine Höhe bis 2,0 m, unter besonderen Vorkehrungen auch bis zu 5,0 m erreichen (siehe Tabelle 1).

Folgende Systemtypen lassen sich beim planmäßigen mobilen Hochwasserschutz unterscheiden:

- Dammbalkensysteme/Dammtafelsysteme
- klappbare Systeme
- aufschwimmbare Systeme
- aufschwimm- und klappbare Systeme
- Schlauchwehrsysteme
- Torsysteme (Flügel-, Dreh-, Klapp-, Schiebe-, Hub-, Absenktore)
- Glaswandsysteme, die teilweise aus den gleichen Elementen wie bei Dammbalkensystemen bestehen

Der Einsatz dieser Systeme ist immer an einen bestimmten Einsatzort gebunden, an dem spezifische Vorkehrungen zum Aufbau der Systeme geschaffen wurden, bzw. an dem die Systeme sich, z.B. im Untergrund verdeckt, dauernd befinden.

Temporäre Maßnahmen zur Verhinderung von Überschwemmungen werden auch im Katastrophenfall eingesetzt, die als Systeme des Hochwasserkatastrophenschutzes oder als Sandsackersatz-Systeme bezeichnet werden. Das sind üblicherweise Sandsäcke, Tandemsäcke, Steine, Betonblöcke u.a. in Verbindung mit Folien sowie spezielle Entwicklungen zum Ersatz von Sandsäcken: Bockwandsysteme sowie Schutzbehältersysteme, die mit unterschiedlichen Materialien (Sand, Kies, Wasser) befüllt werden. Diese Systeme sind universal einsetzbar und nicht an einen bestimmten Einsatzort gebunden.

Individual buildings are seldom protected by permanent flood protection works (walls or dykes) but more often by movable flood protection systems or by combinations of both systems.

4.1 Mobile flood protection

Mobile flood protection means flood protection which on a non-permanent basis brings about a reduction in the size of the flood area, either alone or in conjunction with stationary installations, for example, by putting movable flood protection systems in place.

Planned movable flood protection ensures a degree of protection which is set up as part of planned flood protection works requiring construction permission and which thus ensures the level of safety prescribed by the corresponding building authorities. Systems of this kind can reach a height of 2,0 m and, if special precautions are taken, as much as 5,0 m (see Table 1).

Planned movable flood protection can be subdivided into the following types of system:

- stoplog systems/bulkhead gate systems
- fold-away systems
- floatable systems
- floatable fold-away systems
- inflatable weir systems
- gate systems (hinged gates, tilting gates, sliding gates, vertical lift gates, lowering gates)
- glass wall systems, which in some cases are constructed of the same components as stoplog systems

Use of these systems will always be linked to a particular location where specific arrangements have been created for erecting the systems or where the systems are permanently located, for example, hidden below ground.

Temporary measures for preventing inundation are also deployed in the event of a catastrophe and are referred to as flood catastrophe protection systems or as sandbag replacement systems. Normally these are sandbags, tandem sandbags, rocks, concrete blocks and the like in conjunction with sheeting as well as special developments for replacing sandbags: Trestle wall systems as well as flood-protection container systems which are filled with various materials (sand, gravel, water). These systems can be used anywhere and are not restricted to a particular location.

Hochwasser-Sonderdruck

Tabelle 1. Vergleich von mobilen Hochwasserschutzsystemen

Parameter	Typ 1 Katastrophen-HW-Schutzsysteme Klassische Systeme	Typ 2 Katastrophen-HW-Schutzsysteme Spezialsysteme/Sandsackersatz	Typ 3 Systeme des planmäßigen mobilen Hochwasserschutzes
Aufbauaufwand	personenintensiv	wesentlich geringerer Aufwand als bei Typ 1	systemabhängig gering bis personenintensiv (weniger als bei Typ 2)
Lagerung/Logistik	aufwändig und teilweise problematisch	weniger problematisch als bei Typ 1	systemabhängig mehr oder weniger problematisch
Wiederverwendbarkeit bzw. Entsorgung	nach Einsatz in der Regel zu entsorgen; u. U. kontaminiert	meist wiederverwendbar; u. U. aufwändige Reinigung	in der Regel wiederverwendbar; meist aufwändige Reinigung (weniger als bei Typ 2)
Stabilität	Aufbau nach menschlichem Ermessen; ohne Nachweise	statisch besser beschreibbar als bei Typ 1	statisch prüfbar
Dichtigkeit	mittlere bis hohe Durchlässigkeit	mittlere bis geringe Durchlässigkeit	geringe Durchlässigkeit erreichbar
Systemhöhen	begrenzt auf geringe Höhen	unter Berücksichtigung der Risiken Beschränkung auf 1,0 m bis max. 1,5 m	bis 2,0 m gut erreichbar, in Ausnahmefällen bis 5,0 m auf kurzen Strecken
Kosten	geringste Kosten	mittlere Kosten	im Vergleich zu Typ 1 und Typ 2 erheblich höhere Kosten
Bemerkungen	geringe Kosten bei manchmal großem Nutzen	insbesondere über große Längen deutliche Vorteile gegenüber Typ 1 hohe Flexibilität des Einsatzortes besonders anfällig gegen Vandalismus	nur „maßgeschneidert“ für den Einsatzort u. U. umfangreiche bauliche Maßnahmen erforderlich anfällig gegen Vandalismus

Table 1. Comparison of movable flood protection systems

Parameter	Type 1 Flood catastrophe prevention systems Classic systems	Type 2 Flood catastrophe prevention systems Special systems/ sandbag replacement	Type 3 Planned movable flood protection systems
Installation outlay	intensive use of labour	considerably less outlay than type 1	depending on the system, use of labour ranges from little to intensive (less than type 2)
Storage and logistics	costly and sometimes problematic	less problematic than type 1	depending on the system, more or less problematic
Reusability or disposal	usually needs to be disposed of after use; under certain circumstances, contaminated	in most cases re-usable; under certain circumstances, costly cleaning	usually can be re-used; in most cases, costly cleaning (but less than type 2)
Stability	installed on basis of best judgement; without stability checks	easier to describe in structural analysis than type 1	can be checked by structural analysis
Watertightness	medium to high permeability	medium to low permeability	low permeability can be achieved
System heights	restricted to low heights	taking relevant risks into consideration, restricted to 1,0 m to no more than 1,5 m	up to 2,0 m is easily reachable, in exceptional cases up to 5,0 m for short distances
Costs	lowest costs	middling costs	considerably higher costs when compared with type 1 and type 2
Comments	low costs sometimes coupled with great benefits	considerable advantages over type 1 particularly over long distances high flexibility in place of deployment particularly susceptible to vandalism	tailored solely for the place of deployment under certain circumstances extensive constructional measures may be necessary susceptible to vandalism

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

Die Einsatzrandbedingungen der unterschiedlichen Systeme und die an sie gestellten statischen und logistischen Anforderungen sind ausführlich beschrieben im Merkblatt zum Einsatz mobiler Hochwasserschutzsysteme [7].

Systeme des planmäßigen mobilen Hochwasserschutzes können unter besonderen Vorkehrungen auch Höhen bis zu 5,0 m erreichen, übliche Systemhöhen liegen bei 1,0 m bis 2,0 m.

Die Hochwasserschutzsysteme des Katastrophenschutzes sollen vor dem Hintergrund des mit ihrem Einsatz verbundenen größeren Risikos lediglich bis zu Höhen von 1,0 m bis maximal 1,5 m eingesetzt werden. Beim Einsatz mobiler Hochwasserschutzsysteme ist der Aufwand für Lagerung und Unterhaltung (insbesondere die Reinigung nach einem Einsatz) der Systeme nicht zu unterschätzen. Ein grober Vergleich der verschiedenen Systeme im Überblick ist in Tabelle 1 gegeben.

4.2 Bauliche Maßnahmen

Gemäß den Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser [4] beinhaltet ein umfassender, nachhaltiger Hochwasserschutz neben dem technischen Hochwasserschutz (Deiche, Hochwasserschutzmauern, planmäßiger mobiler Hochwasserschutz) auch eine weitergehende Hochwasservorsorge.

Diese wird u.a. in der „Bauvorsorge“ gesehen. Bauvorsorge heißt, in hochwassergefährdeten Gebieten durch eine entsprechend angepasste Bauweise mit dem Hochwasser zu leben. Hierin liegen die größten Chancen für bestehende Bebauung, das Schadenspotenzial kurzfristig und nachhaltig zu verringern.

Die Bauvorsorge obliegt in erster Linie den Betroffenen selbst. Somit haben alle am Bau von Gebäuden in überschwemmungsgefährdeten Gebieten Beteiligte eine ganz besondere beratende Funktion zu übernehmen. Die Betroffenen können nur reagieren und vorsorgend handeln, wenn ihnen die Gefahrenlage bewusst ist und sie wissen, wie sie sich schützen können. Mit der Strategie der Bauvorsorge, die den Schwerpunkt dieser VDI-Richtlinie darstellt, wird das Ziel verfolgt, durch angepasste Bauweisen Schäden an gebäudetechnische Anlagen durch Hochwasser wesentlich zu verringern.

Die Umsetzung von baulichen Maßnahmen bedürfen seitens aller am Bau Beteiligten (Kommunen, Architekten und Ingenieure, Versorgungsunternehmen und Bauträger) spezialisierter Beratungs- und Planungsleistungen. Dies ist besonders bei der Abdichtung von Gebäuden der Fall. Neubauten und Umbauten

The conditions of use of the different systems and the requirements they must meet as regards statics and logistics are described in detail in the code of practice for the use of movable flood protection systems [7].

Providing special precautions are taken, planned movable flood protection systems can even be as high as 5,0 m although normal system heights are between 1,0 m and 2,0 m.

In the context of the greater risks involved in using them, flood protection systems deployed as part of disaster prevention should only be used with heights of 1,0 m to no more than 1,5 m. If movable flood protection systems are used, the costs of storing and maintaining the systems (especially cleaning after use) should not be underestimated. A rough comparison of the different systems may be found in Table 1.

4.2 Constructional measures

According to the guidelines for proactive flood protection by LAWA [4] , comprehensive sustained flood protection includes not only flood protection works (dykes, levees, flood walls, planned movable flood protection systems) but also flood precautions going beyond this.

These are seen in “building precautionary measures” and elsewhere. Building precautionary measures means living with flooding in flood-endangered areas thanks to a correspondingly adapted method of building. This is where there are the best chances for existing buildings of achieving a fast and sustained reduction in the potential for damage.

Building precautionary measures are primarily the responsibility of the person affected. This means that anyone involved in the construction of buildings in flood-endangered areas must take on a very special advisory function. The affected persons will not be able to react or act proactively unless they are aware of the threat and know how they can protect themselves. The strategy of building precautionary measures, which is the principle subject of the present VDI guideline, pursues the aim of achieving a considerable reduction in flood damage to Building Services by means of modified building practices.

Implementation of constructional measures requires specialist advisory and planning services on the part of everyone involved in the construction (local government, architects and engineers, utility companies and developers). This applies in particular to sealing buildings. New construction and structural conver-

Hochwasser-Sonderdruck

am Gebäudebestand erfordern die Beachtung der jeweiligen Gefahrensituation.

Die einfachen Schutzmaßnahmen, wie das Geländegefälle vom Haus weg und Schwellen oder Aufkantungen vor Gebäudeöffnungen, welche nach allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik vorauszusetzen sind, können bei extremen Verhältnissen keine ausreichende Sicherheit bieten. Für solche Fälle ist ein effektives Schutzkonzept, ähnlich dem vorbeugenden Brandschutz, aus den drei Bereichen, baulicher, anlagentechnischer und organisatorischer Überschwemmungsschutz, zu realisieren.

Die Möglichkeiten, Schäden infolge von Hochwasser durch technische Maßnahmen zu beeinflussen, sind begrenzt. Hochwasserschutzeinrichtungen, z. B. Deiche, Mauern, mobile Hochwasserschutzeinrichtungen schützen lediglich bis zu ihrem Bemessungshochwasserstand vor der Überflutung. Sie können überströmt werden oder versagen, wenn sie alt sind und nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Der vermeintlich sichere Bereich wird plötzlich überflutet und es entstehen enorme Schäden, wenn für diesen Fall keine Hochwasservorsorge getroffen worden ist.

Mit Hilfe von baulichen Schutzmaßnahmen kann besonders für bestehende Bebauung unter Beachtung der jeweiligen Gefahrensituation das Schadenspotenzial nachhaltig verringert werden. Dabei sind vier Gefährdungsbereiche zu unterscheiden:

- Gebäudestandsicherheit (z. B. Auftriebssicherheit, Belastung durch Hochwasser)
- Schäden am Gebäude/Bausubstanz, an der Technischen Gebäudeausrüstung und am Inventar
- Schäden an Außenanlagen, die in unmittelbarer Umgebung des Gebäudes liegen
- Folgeschäden z. B. durch Kontamination

Die Bauwerkskomponenten (Rohbau, Gebäudeausbau, Inneneinrichtungen, Außenanlagen) müssen sowohl im Einzelnen als auch in ihrem Zusammenwirken für die zu erwartenden Hochwassereinwirkungen ausgelegt sein.

Die Technische Gebäudeausrüstung umfasst die technischen Einrichtungen und Ausstattungen für Wohn-, Zweck- und Industriegebäude:

- Versorgungseinrichtungen für Energie, Bewässerung, Entwässerung, Transport, Heizung, Lüftung, Klima, Kälte, Müll, Stark-, Schwachstrom usw.

sions of existing buildings call for the corresponding hazard situation to be taken into account.

Simple protective measures such as the land falling away from the house and sills or upstands in front of building openings (which are to be assumed in building good practice) may not under extreme conditions offer sufficient security. For such cases it will be necessary to implement an effective protection plan, similar to preventive fire protection, from the three fields of constructional, Building Services and organisational flood protection.

The possibilities for applying technical measures to exert an influence on the damage resulting from flooding are limited. Flood protection works such as dykes, walls and movable flood protection measures will only offer protection up to the design flood level before overtopping occurs. These structures can be overtopped or fail if they are old and do not meet good building practice. If no flood precautions are implemented for this case, what is thought to be a secure area may be suddenly inundated and enormous damage done.

With the aid of constructional protective measures it is possible to achieve a sustained reduction in the potential for damage, particularly for existing buildings and taking into account the dangers which apply in that particular situation. Here we may distinguish four different areas of endangerment:

- Structural stability of the building (for example, safety measures against buoyancy, loading due to flooding)
- Damage to the building or building structure, to the Building Services and to building contents
- Damage to external installations in the immediate vicinity of the building
- Consequential damage due, for example, to contamination

The building components (carcass, finishing work, interior fittings, external installations) must be designed not only individually but also in their interaction to cope with the expected effects of a flood event.

Building Services includes the technical installations and fittings for residential, functional and industrial buildings:

- Supply installations and fittings for energy, water, drainage, transportation, heating, ventilation, air-conditioning, refrigeration, rubbish, heavy and light current power, and so on

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

- Einrichtungen und Apparate für Versorgung, Entsorgung, Aufbereitung, Energieverbrauch, Transport (z.B. Druckerhöhungsanlagen für Wasser, Abwasserhebeanlagen, Heizzentralen, Maschinenanlagen für Aufzüge usw.)
- Schutzeinrichtungen gegen Hochwasser, Blitz, Brand, Sturm, Einbruch usw.

An der Technischen Gebäudeausrüstung können unmittelbar Schäden entstehen. Bewährte Vorsorgemaßnahmen sind die Anordnung der Zentralen für Heizungs-, Elektro- und Telefoninstallation in den oberen Geschossen sowie abschaltbare Kreisläufe. Die Einwirkungen des Hochwassers können zudem zu Folgeschäden (Kettenreaktionen) und unter besonders widrigen Umständen (Überraschung und Unwissenheit) zu Umwelt- und Personenschäden (z.B. Kontaminationen durch Öl; Stromschläge) führen.

4.3 Organisatorische Maßnahmen

Für die Umsetzung der nach Schutzgesetzen erforderlichen Sicherheitsaufgaben wie z.B. Arbeits- und Brandschutz hat sich auch im Hochwasserschutz die Bestellung eines Betriebsangehörigen als Beauftragter bewährt, insbesondere in den Industrie- und Gewerbebetrieben.

Der Beauftragte soll

- den Entscheidungsträger bei der Wahrnehmung von Hochwasserschutz-Aufgaben unterstützen und ihm unmittelbar unterstellt sein
- durch seine Ausbildung und Erfahrungen Hochwassergefährdungen erkennen, beurteilen und wirksame Schutzmaßnahmen vorschlagen
- die Umsetzung der erforderlichen Schutzmaßnahmen überwachen und festgestellte Mängel melden
- zu allen den Hochwasserschutz betreffenden Fragen – auch bei der Planung – gehört und zur übergreifenden Koordination eingebunden werden

Zudem soll auf der Grundlage der orts- oder objektspezifischen Betroffenheit ein Notfallplan aufgestellt werden. Darin sollen insbesondere

- die von einem möglichen Hochwasser verursachten Gefährdungen sowie gefährdete Gelände- und Gebäudebereiche aufgezeigt werden
- Abwehrmaßnahmen gegen Hochwasser, z.B. Aufbau einer mobilen Hochwasserschutzwand oder zusätzliche Verankerung von Außenanlagen, konkret genannt werden
- Angaben darüber enthalten sein, welche Institutionen und Personen bei einem unmittelbar drohenden Hochwasser zu informieren, zu aktivieren sowie wie sie zu erreichen sind (Adresse, Rufnummer etc.)

- Equipment and apparatus for supply, disposal, preparation, energy consumption, transportation (for example, pressure booster installations for water, wastewater ejectors, central heating installations, machine installations for elevators, and so on)
- Protective devices against flooding, lightning, fire, storm, breaking-in, and so on

The Building Services may suffer damage immediately. Tried and tested precautionary measures are to install control stations for heating, electricity and telephones on the higher floors, and also to have circuits which can be switched out. The effects of flooding can, in addition, cause consequential damage (chain reactions) and under particularly unfavourable circumstances (surprise and unawareness) result in environmental damage and personal injury (for example, contamination by oil; electric shock).

4.3 Organisational measures

For the implementation of those safety-related duties required by protection legislation, such as occupational safety and fire protection, it has proved worthwhile in flood protection as well to appoint an employee as flood safety officer, especially in commercial and industrial companies.

The flood safety officer should

- in carrying out flood protection duties support the decision-maker and report directly to him
- on the basis of his training and experience, be able to recognize flood threats, assess them and propose effective protective measures
- monitor the implementation of necessary protective measures and report identified deficiencies
- be included in all questions relating to flood protection – including planning activities- and also in higher-level coordination

In addition an emergency response plan should be drawn up on the basis of how the particular locality or buildings are affected. This should include in particular:

- identification of the dangers arising from a possible flood event and the parts of the land and buildings thereby endangered
- concrete itemization of defensive measures against flood, such as installing a movable flood wall, or additional anchoring for outside installations
- inclusion of details of institutions and persons to be informed or activated in the event of an immediate flood threat as well as how they can be contacted (addresses, telephone numbers, etc.)

Hochwasser-Sonderdruck

Der Hochwasser-Notfallplan ist der Belegschaft im jeweils notwendigen Umfang bekannt zu geben und soll ständig auf dem neuesten Stand gehalten werden. Die Mitarbeiter sind zu unterweisen.

Bei der Planung und Ausführung von betrieblichen Änderungen, z.B. Änderungen des Betriebsablaufs, der Verfahrenstechnik bis hin zu Nutzungsänderungen sowie von Neubau- und Umbaumaßnahmen, ist stets zu prüfen, wie sie sich auf die bereits festgelegten Maßnahmen zum Hochwasserschutz auswirken. Erfahrungsgemäß ist es sinnvoll, die zuständigen Behörden und den Sachversicherer frühzeitig hinzuzuziehen

Schon während der Bauarbeiten muss auf notwendige Maßnahmen zum Hochwasserschutz geachtet werden; die Schutzvorrichtungen müssen voll funktionsfähig bleiben und einer veränderten Gefährdung angepasst werden.

Die gemäß dem Notfallplan bereitzuhaltenden Maßnahmen, z.B. mobiler Hochwasserschutz, sind regelmäßig zu warten, zu prüfen und bei einer Mängelfeststellung instand zu setzen. Die Durchführung der Instandhaltung ist zu dokumentieren.

Organisatorische Maßnahmen zum Hochwasserschutz, die wirksam sind und zudem im Alltag gelebt werden, können nicht nur in der Risikobewertung der Versicherer, sondern auch bei der Analyse der Ausfallrisiken im Kreditgeschäft gegebenenfalls Berücksichtigung finden.

5 Hochwasserangepasste TGA-Installationen

Es ist zweckmäßig, wenn die für die Ver- und Entsorgung eines Gebäudes erforderliche Technische Gebäudeausrüstung so geplant und ausgeführt wird, dass zumindest die wichtigen funktionserhaltenden Installationen durch Hochwasser nicht beeinträchtigt werden und dass von den Installationen für das betroffene Gebäude keine weitere Gefährdung ausgehen kann; siehe Checkliste im Anhang A.

Da bei Hochwasser mit dem Ausfall der Elektroenergieversorgung zu rechnen ist, sind erforderlichenfalls Ersatzstromaggregate und Kraftstoff in geschützten Räumen vorzuhalten.

5.1 Elektrische Anlagen

Unter dem Begriff „elektrische Anlage“ werden in dieser Richtlinie alle Anlagen und Betriebsmittel zusammengefasst, die mit elektrischer Energie versorgt werden. Dies sind unter anderem folgende Anlagen und Betriebsmittel:

Staff should be informed about the flood emergency response plan to the extent necessary in each case and should be kept up to date at all times with any changes. Employees are to be briefed.

In planning and implementing operational changes, such as changes in operational routines, in process engineering and in changes in building use – not to mention new construction of new buildings or conversion work – a check should always be made to ascertain how measures already decided on will affect on flood protection. Experience has shown that it is a good idea to include the responsible authorities and the insurance company at an early stage

Necessary flood protection measures must be observed even during the building construction phase; protective measures must remain fully operational and modified to meet changes in endangerment.

Measures which the emergency response plan states must be kept in readiness, such as movable flood protection equipment, must be regularly maintained, inspected and if necessary repaired. Maintenance activities must be documented.

Organisational measures for flood protection which are effective and which are in addition part of daily routine can, if applicable, be taken into consideration not only in the insurance company’s risk assessment but also in analysis of non-payment risks in credit transactions.

5 Flood-adapted Building Services installations

It is advisable for the Building Services installations required for supply to and disposal from a building to be planned and implemented in such a way that at least the important function-maintaining installations are not impaired by flood and that the affected building cannot itself become a source of further endangerment; see the checklist in Annex A.

Since failure of the electricity supply can be expected in the event of flooding, emergency generating sets and fuel should if necessary be on hand in protected rooms.

5.1 Electrical installations

In this guideline the term “electrical installation” covers all installations and equipment which are supplied with electric power. These include the following installations and equipment:

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

- Anlagen zur Verteilung elektrischer Energie
- Kommunikationsanlagen
- Gebäudeautomation
- Brandmeldeanlagen
- Einbruchmeldeanlagen
- Verteiler, Lichtschalter, Haushaltsmaschinen, Computer und Telefone

Mit Personengefährdung durch überflutete elektrische Anlagen ist immer dann zu rechnen, wenn elektrische Betriebsmittel, z. B. Steckdosen, Lichtschalter oder Verbrauchergeräte unter Wasser stehen und deren Gehäuse oder das umgebende Wasser berührt werden. Überflutete Räume dürfen deshalb nur im äußersten Notfall unter besonderen Schutzmaßnahmen betreten werden.

Die Isolationsfestigkeit von Kabeln, Leitungen und Geräten kann durch Feuchtigkeit und Nässe reduziert sein. Anlagenteile, die im Normalfall keine Spannung führen, stehen wegen einer nässebedingten Herabsetzung des Isolationswiderstandes unter Spannung.

Im Falle einer Überflutung von Gebäuden ist es wichtig, dass die Kommunikationseinrichtungen weiterhin in Betrieb bleiben, damit Informationen über die aktuelle Hochwasserlage eingeholt werden können (vgl. Abschnitt 5.11).

Die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen sind erforderlich, um größtmögliche Personen- und Anlagensicherheit zu ermöglichen. Dabei geht es immer darum, im Rahmen einer Risikobetrachtung die wirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen zu finden, die das Schadenspotenzial bei Extremereignissen deutlich senken.

5.1.1 Planerische Vorsorgemaßnahmen

Eine sichere und gezielte Abschaltung des Stroms innerhalb der zulässigen Zeiten bei Überflutung ist notwendig, um eine möglichst hohe Personensicherheit zu gewährleisten und die wichtigen Betriebsmittel, z. B. Pumpen, sicher weiter betreiben zu können.

Bei Gebäuden, die nicht durch Abdichtungsmaßnahmen vor dem Eindringen von Wasser geschützt sind, kann die Funktionstüchtigkeit und Sicherheit der elektrischen Anlagen durch folgende Maßnahmen verbessert werden:

Wirksamste Vorsorgemaßnahme ist die Anordnung der Energieverteilungsanlage über dem Hochwasserspiegel (Erfahrungswert ca. 0,5 m), das heißt den Hausanschlusskasten, den Stromzähler und die Verteilungen sowie die Installation nicht in dem durch Flut gefährdeten Bereich vorzusehen.

- systems for distributing electrical energy
- communications installations
- building system automation
- fire alarm systems
- intruder alarm systems
- distribution boards, light switches, household appliances, computers and telephones

Endangerment of persons due to flooded electrical installations is always to be expected when electrical equipment, such as power outlet sockets, light switches or household appliances are under water and someone touches their housings or comes into contact with the surrounding water. For this reason no one should enter flooded rooms unless in an extreme emergency and special protective measures have been taken.

The insulation resistance of cables, wires and equipment can be reduced by humidity and wetness. Parts of electrical equipment which are not normally live become live due to a reduction in insulation resistance caused by wetness.

If buildings are flooded it is important that communications equipment keeps working so that information can be obtained regarding the current flood situation (cf. Section 5.11).

The measures described below are necessary for securing the highest possible level of safety for people and installations. Here, as part of a risk analysis, it is always a matter of identifying measures which will bring about a marked reduction in the potential for damage with extreme events and which are financially acceptable.

5.1.1 Planning precautions

Power must be switched off safely and deliberately within permissible times when there is flooding. This is to ensure the highest possible level of safety for people and to allow important equipment, such as pumps, to continue operating safely.

In the case of buildings which are not protected by measures to seal them off from the ingress of water, the following steps can be taken to improve the serviceability and safety of the electrical installations:

The most effective precautionary measure is to locate the power distribution installation above the flood level (empirical value of about 0,5 m) – in other words, the house service box, the electricity meters, the distribution boards and also the wiring should not be in the area at risk of being flooded.

Hochwasser-Sonderdruck

Die Anordnung des Übergabepunktes ist in den Technischen Anschlussbedingungen (TAB) des Energieversorgers geregelt. Änderungen, z.B. eine erhöhte Anordnung ist mit dem jeweiligen Energieversorger abzustimmen. Ist dies nicht möglich, so ist eine Anlagenkonfiguration zu wählen, die nur geringe Schäden an den betroffenen Betriebsmitteln erwarten lässt und gleichzeitig eine zügige Wiederinbetriebnahme ermöglicht.

Der Einsatz von standardisierten Betriebsmitteln ist von Vorteil. Anhand von Erfahrungen während und nach dem Hochwasser sind auch die Robustheit gegenüber Umwelteinflüssen und der Betrieb unter kritischen klimatischen Bedingungen wichtige Kriterien. In der Mittelspannung haben hier SF6-isolierte Schaltanlagen gegenüber luftisolierten Schaltanlagen konstruktive Vorteile. Ebenfalls bewährt haben sich längswasserdichte Mittelspannungskabel. Diese Bauart hat den Vorteil, dass die Kapillarwirkung und ihre Auswirkung deutlich minimiert wird. Für Niederspannungskabel empfiehlt sich die Abdichtung im Zwickelbereich bei Anschluss an Niederspannungsverteilungen in Stationen, Kabelverteilern und Hausanschlüssen mit einer Endaufteilkappe. Zusätzlich wird im Bereich der Absetzkante Aderisolierung/Leiter überschrumpft, damit das Eindringen von Wasser in den Zwischenraum der Aderisolierung und Leiter verhindert wird.

Aus Gründen des Personenschutzes, zur optimalen Schadensbegrenzung und einer möglichst schnellen Wiederinbetriebnahme ist eine selektive und rechtzeitige Abschaltung einzelner Geschosse (getrennte Stromkreise), gestaffelt nach dem Anstieg des Hochwassers erforderlich. Die Installation ist entsprechend auszuführen.

Die Abschaltung kann manuell gemäß Notfallplan oder automatisch z.B. mit Hilfe von Wasserdetektoren erfolgen. Von einem höher gelegenen Geschoss kann dann ein Teil des Gebäudes weiter versorgt werden. Bis zu diesem Geschoss ist die Installation der wichtigen Betriebsmittel (Pumpen, Kommunikationseinrichtungen) in IPX7 (zeitweiliges Untertauchen in Wasser < 30 Minuten), bzw. IPX8 (Schutz gegen dauerndes Untertauchen in Wasser) auszuführen.

Bei der Installation in Räumen, die bei Hochwasser überflutet werden können, sind zusätzlich zur Absicherung nach DIN VDE 0100-410 durch einen Fehlerstromschutzschalter (Empfehlung $I < 30$ mA) zu schützen.

Die Normalinstallation ist so auszuführen, dass sie mit einem zentralen Trennschalter von der Versorgung der wichtigen Betriebsmittel getrennt freige-

The location of the handover point is regulated in the technical terms and conditions of connection of the energy supplier. Modifications, such installing at a higher location, should only be undertaken after consultation with the energy supplier. If modification is not possible, a system configuration should be selected which would mean the least damage to the electrical equipment in question and which simultaneously permits rapid resumption of operation.

It is advantageous to use standardized electrical equipment. Experience gained both during and after floods shows that robustness with respect to environmental influences and operational capability under critical climatic conditions are important criteria. In medium-voltage systems, SF6-insulated switchgear installations here have design advantages over air-insulated switchgear installations. Longitudinally watertight medium-voltage cables have also proved useful. The advantage of this design is that capillary action and its effects are considerably reduced. For low-voltage cables, sealing in the filler area at the connection to low-voltage distribution boards in substations, cable distribution cabinets and incoming service cables with a sealed end branching. In addition, shrink-on sleeves are fitted at the shoulder between conductor and the conductor insulation to prevent water penetrating between them.

For reasons of protection of persons, for optimum damage limitation and the fastest possible return to service, selective and timely switching-off of individual floors of the building (separate power circuits) in line with the rise of flood water is necessary. The wiring should correspond with this requirement.

Switching-off can be done manually in accordance with the emergency response plan or automatically, for example with the aid of water detectors. Part of the building can then still be supplied with power from a higher floor. Up to this floor the wiring for important items of electrical equipment (pumps, communications equipment) should satisfy water resistance rating IPX7 (temporary submersion in water < 30 minutes) or IPX8 (protection against continuous submersion in water).

In the case of wiring in rooms which could flood during a flood event, in addition to fuse protection to DIN VDE 0100-410, protection in the form of a residual-current-operated circuit-breaker ($I < 30$ mA is recommended) should also be provided.

The normal wiring should be implemented so that it can be separately isolated from the power supply to the important electrical equipment by means of a cen-

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

schaltet werden kann. Dies kann manuell und zusätzlich automatisch mit Hilfe von Wasserdetektoren und einem Notschalter (Trennschalter) erfolgen. Die Betriebsmittel sind eindeutig und in Übereinstimmung mit dem Notfallplan zu beschriften, um dies auch nicht ortskundigen Personen (z.B. der Feuerwehr) deutlich zu machen. Dabei ist es erforderlich, dass z.B. Pumpen und Kommunikationseinrichtungen durch einen eigenen Stromkreis so lange wie möglich weiter betrieben werden können.

Gegen Eindringen von Grundwasser bei Hausanschlüssen sind Kabel druckwasserdicht in die Außenwand einzubetten, siehe Abschnitt 5.10.

Eine Checkliste mit Abschalteinweisungen abhängig vom zu erwartenden Hochwasserspiegel bzw. dem Anstieg des Hochwassers ist anzufertigen.

Geräte, die nicht aus dem hochwassergefährdeten Bereich entfernt werden können, sollen bei Bedarf einfach, z.B. durch Steckverbindungen, deinstalliert werden können. Dies ist z.B. für Heizungsregler und Leuchten empfehlenswert.

5.1.2 Während des Hochwassers und danach

Es ist zu prüfen, ob die Stromkreise der Normalversorgung in den überfluteten Räumen von der Stromversorgung freigeschaltet sind.

Die während des Hochwassers überfluteten Bereiche der elektrischen Energieverteilungsanlagen sind durch einen Fachbetrieb zu überprüfen, gegebenenfalls instand zu setzen und wieder in Betrieb zu nehmen, nachdem die Schäden ermittelt und gegebenenfalls beseitigt wurden.

Als wirkungsvoller Schutz gegen Schädigung durch Korrosion von metallischen Bauteilen beim Einwirken von Nässe hat sich die Anwendung von Ölen und Fetten unterschiedlicher Viskosität bewährt (z.B. so genannte Kriechöle). Bei Anwendung der Produkte ist auf Folgendes zu achten:

Die hochfluiden Kriechöle sind außerdem in der Lage, nach einem Hochwasserereignis die Restfeuchtigkeit an elektrischen und elektronischen Bauteilen zu unterwandern und die Bauteile gegen Nässe zu isolieren. Hierdurch kann die Trocknungszeit erheblich verkürzt werden und eine schnellere Wiederinbetriebnahme der Anlage erfolgen (vgl. Tabelle 2).

Diese Öle sind einsetzbar bis:

> 20 kV Durchschlagsspannung

> 150 kV/cm^2 Durchschlagsfestigkeit

tral disconnector. This can be done manually as well as automatically, with the aid of water detectors and an emergency switch (disconnector). The electrical equipment should be given identification labels in line with the emergency response plan so as assist personnel who are not familiar with the location (the fire brigade, for example). Here it is necessary that pumps and communications equipment, for example, are on their own electric circuit so that they can continue to be operated for as long as possible.

To prevent the ingress of ground-water through services connections, cables must be embedded in outside walls so that wall penetrations do not let in water under pressure (see Section 5.10).

A checklist should be drawn up with disconnection instructions depending on the flood level expected or the rise of floodwaters.

Items of equipment which cannot be removed from the building area at risk of flooding should simply be disconnected if necessary, for example, by undoing plugged connections. This is, for example, to be recommended in the case of heating system regulators and lights.

5.1.2 During the flood event and afterwards

A check should be made to see whether electric circuits of the normal power supply have isolated in flooded rooms.

Those parts of the electric power distribution equipment which were submerged during the flood event should be inspected by a qualified person, repaired if necessary and restored to service, once damage has been identified and if necessary repaired.

One proven way of providing protection against metal parts corroding due to the effects of water is to apply oils and greases of different viscosities (so-called creep oils, for example). If such products are used, the following points should be noted:

Highly fluid creep oils are also able, after a flood event, to infiltrate beneath the residual moisture in electrical and electronic components and isolate the components against wetness. This allows a considerable reduction in drying times and faster restoration of equipment to service (cf. Table 2).

These oils can be used up to:

> 20 kV disruptive discharge voltage

> 150 kV/cm^2 disruptive strength

Hochwasser-Sonderdruck

Leerrohre für spätere Erweiterungen oder Nutzungsänderungen eines Gebäudes sind wasserdicht zu verschließen.

Tabelle 2. Anwendung von Ölen und Fetten

	Vorteile	Nachteile
Hohe Viskosität	gute Haftung, daher hoher Schutz auch bei starker Wasserbewegung	nicht kapillaraktiv, somit nur oberflächlicher Schutz
Niedrige Viskosität	kapillaraktiv, daher tiefes Eindringen Unterwanderung bereits vorhandener Nässe	keine gute Haftung bei längerer Wassereinwirkung und Strömung

5.2 Trinkwasserversorgung

Eine Störung der Wasserversorgung durch Überschwemmung ist gemäß [1] so weit wie möglich zu vermeiden. Die erforderlichen Maßnahmen hierzu werden noch im jeweiligen Landesrecht konkretisiert. In vom Hochwasser gefährdeten Gebäuden ist der Schutz des Trinkwassers höchstes Gebot. Die Trinkwasserinstallationen sind so auszuführen, dass auch bei überfluteten Teilen der Installation keine Gefährdung für die Trinkwasserqualität entstehen kann (siehe auch VDI 6023). Armaturen in Trinkwasserleitungen sind im Überschwemmungsfall nicht dicht gegen Bakterien und Keime.

Die Einführung der Trinkwasserleitung in das Gebäude muss entsprechend der DIN 18195-9 mit Abdichtungen gegen drückendes oder nichtdrückendes Wasser geschützt werden, siehe Abschnitt 6.11.

Die Leitungen sind im Gebäude durch Festpunkthalterungen gegen Verschiebungen zu schützen. Die Rohrleitungshalterungen sind korrosionsgeschützt auszuführen. Bei der Planung ist zu prüfen, ob in vom Hochwasser gefährdeten Gebäudebereichen Trinkwasserinstallationen erforderlich sind. Nach der Einführung von Leitungen in das Gebäude müssen diese für die weiteren Installationen so weit im Gebäude hochgeführt werden, dass diese ausschließlich oberhalb des Hochwasserspiegels ausgeführt werden können.

Werden Druckerhöhungsanlagen benötigt, ist bei der Planung zu prüfen, ob diese grundsätzlich in nicht vom Hochwasser bedrohten Gebäudeteilen montiert werden können. Ist dies nicht möglich und sind diese Einrichtungen für die Funktion des Gebäudes auch während des Hochwassers trotzdem in Betriebsbereitschaft zu halten, können die Anlagen in speziellen wasserdichten, geschützten Behältern installiert werden. Die Stromversorgung ist entsprechend auszulegen.

Pipes left empty for subsequent system expansion or changes in building use must be sealed watertight.

Table 2. Use of oils and greases

	Advantages	Disadvantages
High viscosity	good adhesion, for this reason providing high degree of protection even with strong movement of water	not capillary-active, so only provides surface protection
Low viscosity	capillary-active, so deep-penetrating infiltrates beneath wetness already present	fails to adhere well during extended contact with water or currents

5.2 Drinking water supply

According to [1], an interruption in or problems with the water supply as the result of inundation should be prevented as far as possible. The corresponding measures necessary are still in the process of being defined in concrete terms in the legislation of the various German states. In flood-endangered buildings the highest priority must be given to protecting the drinking water. Drinking water installations should be designed such that even when parts of the system are submerged no endangerment of the drinking water quality can arise (see also VDI 6023). Fittings on drinking water pipes are not impervious to bacteria and germs when submerged under water.

The point of entry of the drinking water line into the building must according to DIN 18195-9 be protected by means of seals against both moisture and ground-water (see Section 6.11).

Pipes within the building must be protected against shifting by pipe support mountings. Pipe support mountings must be protected against corrosion. A check should be made during the planning stage to see whether drinking water piping is necessary in flood-endangered parts of the building. After the point of entry of pipes into the building and before being connected to further pipework, they must be routed upward within the building to an height where these systems can be installed entirely above the flood level.

If pressure-boosting equipment is required, a check should be made during planning to see whether these units can be installed in all cases in parts of the building not threatened by flooding. If this is not possible and if these units still have to be kept operational to allow the building to function even during the flood, they may then be installed in special watertight protected containers. Their electricity supply should be designed correspondingly.

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

Dies gilt sinngemäß auch für andere Wasseraufbereitungsanlagen, z. B. Trinkwassererwärmer usw.

5.2.1 Maßnahmen vor dem Hochwasser

Ist es nicht zu vermeiden, dass auch im überflutungsgefährdeten Bereich Trinkwasserinstallationen benötigt werden, so sind diese besonders sorgfältig auszuführen. Die aus dem ungefährdeten Installationsbereich nach unten in den gefährdeten Bereich führenden Trinkwasserleitungen (kalt/warm) müssen im ungefährdeten Bereich einzeln absperrbar sein (Absperrventile mit Rückflussverhinderern oder selbsttätige Absperrventile mit entsprechenden Meldern). Zirkulationsleitungen sind zu vermeiden. Entnahmeventile im gefährdeten Bereich sollen selbstschließend sein oder abgesperrt werden, Ausläufe ohne Absperrung sind zu vermeiden. Falls Wasseraufbereitungsanlagen in diesen Bereichen vorhanden sind, ist deren wasserdichte Aufstellung zu prüfen.

5.2.2 Maßnahmen nach dem Hochwasser

Die im überfluteten Bereich vorhandenen Trinkwasserinstallationen sind auf äußere Schäden zu untersuchen. Der Austausch von Armaturen wird wegen der erforderlichen Keimfreiheit oft erfolgen müssen. Durchnässte Dämmungen sind auszuwechseln und die Rohrleitungen auf mögliche Korrosionsschäden zu prüfen. Die Befestigungselemente und ihre Schallschutzeigenschaften sind zu kontrollieren.

Vorhandene Entnahmeventile sind gegebenenfalls zu ersetzen, falls der Verdacht auf eine Kontaminierung durch eingedrungenes Hochwasser besteht. Die Versorgungsleitungen sind vor der Wiederinbetriebnahme zu spülen. Es wird empfohlen, eine Wasserprobe zu nehmen. Bei inneren Verunreinigungen, die durch Spülungen nicht beseitigt werden können, sind die Leitungen zu erneuern. Die Trinkwasserqualität ist nach der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) sicherzustellen.

Etwa vorhandene Wasseraufbereitungsanlagen sind daraufhin zu prüfen, ob die baulichen Wasserschutzmaßnahmen gewirkt haben. Falls nicht, sind Funktionsprüfungen und gegebenenfalls Reparaturen oder Auswechselungen durch Fachpersonal erforderlich.

5.3 Gebäudeentwässerung

Eine Störung der Abwasserbeseitigung durch Überschwemmung ist gemäß [1] so weit wie möglich zu vermeiden. Die erforderlichen Maßnahmen hierzu werden noch im jeweiligen Landesrecht konkretisiert.

This applies correspondingly to other water conditioning equipment as well, such as, for example, drinking water warming units, and so on.

5.2.1 Measures to be taken before the flood

If it is unavoidable that drinking water installations are required even in the flood-endangered part of the building, particular care should be taken in their design. Drinking water pipes (both hot and cold) leading downward from the unendangered part of the system into the part at risk must be capable of being shut off individually in the unendangered area (shut-off valves with backflow preventers or automatic shut-off valves with the corresponding warning devices). Circuit vents should be avoided. Draw-off valves within the endangered area should be self-closing or be closed; outlets which cannot be shut off should be avoided. If water conditioning equipment is located within these areas, they should be inspected to ensure they have been installed watertight.

5.2.2 Measures to be taken after flooding

Drinking water installations in the flooded area should be inspected for external damage. In many cases fittings will need to be replaced due to the need for freedom from germs. Sodden insulation must be replaced and the pipes checked for possible corrosion damage. Mounting elements and their noise insulating properties must be checked.

Existing draw-off valves may need to be replaced if contamination by penetrated floodwater is suspected. Supply pipes should be flushed before being put back into service. It is recommended that a water sample be taken. If there is internal contamination which cannot be removed by flushing, the pipes will need to be replaced. According to the German Drinking Water Ordinance (TrinkwV), drinking water quality must be secured.

If any water conditioning equipment is present it must be inspected to see whether constructional water protection measures have been effective. If not, technical personnel will need to carry out function inspections and, if necessary, repairs or replacement of equipment.

5.3 Building drainage

According to [1], an interruption in or problems with wastewater disposal as the result of inundation should prevented as far as possible. The corresponding measures necessary are still in the process of being defined in concrete terms in the legislation of the various German states.

Hochwasser-Sonderdruck

In hochwassergefährdeten Gebäuden sind für den Schutz der Abflussleitungen besondere Maßnahmen erforderlich. Die Schmutz- und Regenwasserinstallationen sind so auszuführen, dass auch bei überfluteten Teilen von Installationen und bei gleichzeitigem Starkregen keine zusätzlichen Gefahren für das Gebäude entstehen können (z.B. durch außen liegende Regenfallleitungen).

Es ist grundsätzlich zu prüfen, ob in von Hochwasser gefährdeten Gebieten Sonderanlagen, z.B. Dekontaminierungsanlagen, Kleinkläranlagen usw. überhaupt vorzusehen sind. In solchen Fällen sind dann die zuständigen Genehmigungsbehörden bei der Planung einzuschalten.

Die Durchführungen von Abwasser- und Regenleitungen aus dem Gebäude müssen entsprechend der DIN 18195-9 mit Abdichtungen gegen nichtdrückendes oder drückendes Wasser geschützt werden. Zu erwartende Setzungsunterschiede müssen aufgenommen werden, siehe Abschnitt 5.10.

Durch die unmittelbare Verbindung der Gebäudeentwässerung mit der öffentlichen Schmutz- und Regenwasserkanalisation entsteht besonders im Falle eines Hochwassers die Gefahr eines Rückstaus sowie des Eindringens von Hochwasser in die Leitungen der Gebäudeentwässerung.

Die Definition der Rückstauebene ist abhängig vom Entwässerungssystem. Entscheidend ist jeweils, dass ein Rückstau des Abwassers so lange unschädlich ist, wie ein Austritt auf die Straße oder bei Druckkanalentwässerung aus dem Schacht der Einrichtung zum Sammeln und zur Förderung des Abwassers vermieden wird.

Nach DIN EN 12056-1 gilt als maßgebende Rückstauebene die Straßenfläche über der Anschlussstelle an die öffentliche Kanalisation. Im Falle eines zu erwartenden Hochwassers ist davon auszugehen, dass sich die Rückstauebene entsprechend des physikalischen Prinzips der kommunizierenden Röhren bis auf die Höhe des Hochwasserspiegels verlagert. Bei hochwassergefährdeten Gebäuden ist die Rückstauebene von der für die Abwasserbeseitigung zuständigen Behörde individuell festzulegen. In der Regel erfolgt die Festlegung über kommunale Gesetze oder Abwassersatzungen.

5.3.1 Maßnahmen vor dem Hochwasser

Die Leitungen sind im Gebäude durch Festpunkthalterungen gegen Verschiebungen und Auftrieb zu schützen. Rohrleitungsverbindungen sind so auszuführen, dass bei gefüllten Leitungen auch bei auftretendem Innendruck sich diese nicht lösen können. Die Verbindungen sind zu kontrollieren. Ob die Lei-

In flood-endangered buildings, special measures are required for the protection of the discharge pipes. Wastewater and rainwater systems must be designed such that no additional hazards arise for the building even in flooded parts of the piping and when there is also heavy rainfall at the same time (for example, due to external downpipes).

In all cases a check should be made to see whether special installations such as decontamination units, small-scale sewage treatment facilities and so on should even be provided in flood-endangered areas. In such cases the responsible building authorities will need to be consulted during planning.

Points of exit of wastewater and rainwater lines from the building must according to DIN 18195-9 be protected by means of seals against both moisture and ground-water. Any expected settlement differences must be absorbed (see Section 5.10).

The fact that building drainage is connected directly to the public sewage and stormwater drainage systems results in the danger, especially in the case of a flood, of backwater as well as the ingress of floodwater into the building drainage lines.

Definition of the backwater level depends on the drainage system. What is of decisive importance here is that a backflow of the wastewater will remain harmless as long as discharge onto the road is avoided or, in the case of sewage drainage under pressure, discharge from that system's shaft for collecting and pumping the wastewater.

DIN EN 12056-1 states that the backwater level is defined as the surface of the road above the point of connection to the public sewage system. In the case of an expected flood, it should be assumed that the backwater level will move upward to the same height as the floodwater level in accordance with the physical principle of communicating pipes. In the case of flood-endangered buildings the backwater level will need to be defined individually by the authority responsible for wastewater disposal. As a rule this is done by reference to the provisions of bye-laws or local wastewater regulations.

5.3.1 Measures to be taken before the flood

Pipes within the building must be protected against shifting and buoyancy by pipe support mountings. Pipe connections should be of a type that when the pipes are full they cannot come undone, even when there is internal pressure. These connections should be inspected. Whether the pipes will need special cor-

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

tungen einen besonderen Korrosionsschutz erhalten müssen, hängt von der Werkstoffart der Rohrleitungen ab. Die Rohrleitungshalterungen sind korrosionsgeschützt auszuführen.

Bei Regenwasserleitungen ist die Gefahr, dass Wasser innerhalb des Gebäudes austritt nur dann gegeben, wenn die Leitung im Überflutungsbereich beschädigt wird oder die Reinigungsöffnungen nicht sachgemäß ausgeführt bzw. verschlossen sind. Diese sind zu kontrollieren.

Regenwasser wird auch Regenwassernutzungsanlagen zugeleitet, hierzu siehe Abschnitt 5.8.

Bei Schmutzwasserleitungen ist die Gefährdung durch Wasseraustritt außerdem durch Installationsöffnungen wie Bodenabläufe, Abläufe von Sanitärgegenständen oder Hebeanlagen gegeben.

Für den rückstaugefährdeten Bereich sind Rückstauverschlüsse nach DIN EN 12056-1 Abschnitt 4.2, DIN EN 12056-4 Abschnitt 4 und nach DIN 1986-100 Abschnitt 7.4.1-2 nur bei Räumen mit untergeordneter Bedeutung zugelassen. Dies ist bereits in der Planungsphase zu beachten.

Der wirksamere Schutz sind Pumpstationen und Hebeanlagen, bei denen die so genannte Rückstauschleife bis über den zu erwartenden Bemessungshochwasserspiegel zu führen ist.

Es ist darauf zu achten, dass die Pumpstationen und Rückstausicherungen für Prüfung und Wartung zugängig sind und diese regelmäßig von einem Fachbetrieb durchgeführt und protokolliert werden. Die Steuerung für selbsttätige, durch Fremdenergie betriebene Verschlüsse für Rückstauverschlüsse Typ 3 sind in geschützten Bereichen anzuordnen.

Hebeanlagen sind nach DIN 12056-4 zu planen.

In den vom Hochwasser gefährdeten Gebäuden ist die Anordnung der Hebeanlagen außerhalb des Gebäudes auf dem Grundstück zweckmäßig. Dies gilt auch für andere Abwasserbehandlungsanlagen, z.B. Fettabscheider, Stärkeabscheider, Ölabscheider usw. Für die Sicherung der Behälter im Erdreich siehe Abschnitt 5.8.

Sanitärtechnische Anlagen, die über der üblichen Rückstauebene, aber unter dem Hochwasserspiegel installiert sind, werden üblicherweise nicht an Hebeanlagen angeschlossen. Es ist bei Planung und Ausführung daher zu klären, ob der Schutz für den Hochwasserfall in den betroffenen Stockwerken mit entsprechenden Rückstauverschlüssen erfolgen kann. Es ist dann sicherzustellen, dass die über dem Hochwasserbemessungsspiegel vorhandenen Sanitärgegenstände über separate Leitungen entwässert werden.

rosion protection depends on the type of material of which the pipes are made. Pipe support mountings must be protected against corrosion.

In the case of rainwater pipes there will be no danger of water escaping inside the building unless the pipe is damaged in the flooded area or the cleanout openings are poorly designed or not properly closed. These should be inspected.

Rainwater is also fed to rainwater harvesting systems (in this connection see Section 5.8).

In the case of wastewater lines, endangerment arises not only from wastewater leaks but also from pipe system openings such as floor gulleys, outlets from sanitary fittings or wastewater ejectors.

For areas at risk from backflow, backflow stop valves per DIN EN 12056-1 Clause 4.2, DIN EN 12056-4 Clause 4 and DIN 1986-100 Clause 7.4.1-2 are only approved for use in rooms of secondary importance. This should be taken into consideration as early as the planning phase.

More effective protection is offered by pumping stations and wastewater ejectors where the so-called backflow loop is to be routed above the design flood level expected.

Care should be taken that the pumping stations and anti-backflow devices are accessible for inspection and maintenance, both of which should be carried out and documented by a specialist company. The control unit for automatic gates in Type 3 backflow stop valves which are operated by an external power supply must be located in a protected area.

Wastewater ejectors must be planned on the basis of DIN 12056-4.

In the case of flood-endangered buildings it is advisable to locate the wastewater ejectors in the grounds outside the building itself. The same applies to other wastewater treatment installations, such as grease separators, starch separators, oil separators, and so on. For information on securing the tanks in the ground, see Section 5.8.

Sanitary installations which have been installed above the normal backwater level but below flood level are not usually connected to wastewater ejectors. Clarification should therefore be obtained during planning and execution as to whether flood protection in the building floors affected can be implemented by using the corresponding backflow stop valves. It should then be ensured that sanitary installations located above the design flood level are drained via separate lines.

Hochwasser-Sonderdruck

5.3.2 Maßnahmen nach dem Hochwasser

Die im überfluteten Bereich vorhandenen Abflussinstallationen sind auf äußere Schäden zu untersuchen. Durchnässte Dämmungen sind auszuwechseln und die Rohrleitungen auf mögliche Korrosionsschäden zu prüfen. Die Befestigungselemente und ihre Schallschutzeigenschaften sind zu kontrollieren.

Abläufe und Rückstauverschlüsse sind zu reinigen und auf Funktion zu prüfen.

Hebeanlagen sind zu reinigen und auf Funktion zu prüfen. Vor Wiederinbetriebnahme der Abflussleitungen sind diese zu spülen.

Abwasseranlagen, die außerhalb des Gebäudes angeordnet sind, werden unter Abschnitt 5.8 beschrieben.

5.4 Heizungsanlagen

Bei der Errichtung und Nachrüstung von Ölheizungsanlagen sind gemäß [1] die länderspezifischen Vorschriften zu beachten.

5.4.1 Maßnahmen vor dem Hochwasser

Die Durchführungen von Fernheizleitungen in das und aus dem Gebäude müssen entsprechend der DIN 18 195-9 mit Abdichtungen gegen nichtdrückendes oder drückendes Wasser geschützt werden. Zu erwartende Setzungsunterschiede müssen aufgenommen werden, siehe Abschnitt 5.10.

Fernheizübergabestationen sind in überflutungsgefährdeten Aufstellungsräumen gegen Verschiebungen zu schützen. Feuchtigkeitsempfindliche Regelgeräte sind in Bereichen über dem Hochwasserbemessungsspiegel anzuordnen.

Haubenkanäle sind für die Aufnahme von Fernwärmeleitungen zu meiden, da sie durch ihren großen Hohlraum volllaufen. Bei hohem Grundwasserstand Gefahr für Fernwärmeleitungen durch Rohrschäden bei Bodenbewegungen. Bei einem frostreichen Winter besteht Gefahr von Rohrbrüchen.

Sofern Heizungskessel im Keller-/Erdgeschoss installiert sind, müssen sie rechtzeitig bei Hochwassergefahr außer Betrieb genommen werden. Ölbrenner sind zu demontieren, die Ölleitung ist zu schließen [8]. Gasbrenner dürfen nur vom Gasfachmann ausgebaut werden, die Gasleitung ist zu schließen, siehe Abschnitt 5.5. Die Heizflächen des Wärmeerzeugers dürfen aus Sicherheitsgründen nicht im heißen Zustand überspült werden.

Besser ist eine Aufstellung des Kessels im Dachgeschoss oder auf dem Dach. Durch Kaskadenbauweise lassen sich mehrere Wandheizkessel in einer Dach-

5.3.2 Measures to be taken after flooding

Discharge pipes in the flooded area should be examined for external damage. Sodden insulation must be replaced and the pipes checked for possible corrosion damage. Mounting elements and their noise insulating properties must be checked.

Outlets and backflow stop valves must be cleaned and a functional check made.

Wastewater ejectors must be cleaned and a functional check made. Discharge pipes should be flushed before being put back into service.

Wastewater installations located outside the building are described in Section 5.8.

5.4 Heating systems

Flood protection legislation [1] states that local regulations must be observed when installing or modifying oil-fired heating system.

5.4.1 Measures to be taken before the flood

Points of entry and exit of district heating pipes into and out of the building must be protected in accordance with DIN 18 195-9 with seals against both moisture and ground-water. Any expected settlement differences must be absorbed (see Section 5.10).

District heating transfer units if installed in flood-endangered rooms must be protected against shifting. Closed-loop control equipment which is sensitive to moisture must be located in areas above the design flood level.

The use of box ducts to accommodate district heating pipes should be avoided since they will fill up with water due to the large interior space they enclose. With a high ground-water level there is a danger with district heating pipes of pipe damage caused by ground movement. In a winter with a great incidence of freezing temperatures there is a danger of pipes bursting.

If boilers are installed in the cellar or ground floor, they will need to be shut down in good time in the event of a flood threat. Oil burners must be dismounted and the oil supply line closed off [8]. Gas burners must only be removed by a gas heating engineer and the gas supply line must be closed off (see Section 5.5). For reasons of safety the generator surfaces of the heat generator must not be overwashed when hot.

It is better to install the boiler on the top floor or on the roof. The cascade type of system allows several wall boilers to be installed in a single rooftop central

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

heizzentrale installieren. Hierbei werden mehrere Wandheizkessel parallel geschaltet und an eine gemeinsame Abgasleitung angeschlossen. Bei einer Dachheizzentrale kann der Betrieb auch bei geflutetem Untergeschoss weiter betrieben werden.

Holzpellets oder Hackschnitzel für Zentralheizungen oder Einzelheizöfen dürfen nicht in von Hochwasser gefährdeten Räumen gelagert werden, da diese in Verbindung mit Wasser ihr Volumen stark vergrößern und es dadurch zu Gebäudeschäden kommen kann.

Umlauf-Gaswasserheizer und wandhängende Heizkessel sollen geschoss-/wohnungsweise unabhängig vom Keller angeordnet werden.

Die Stromversorgung für die Regelung der Heizungsanlage, für die Brenner und die Pumpe wird vom übrigen Hausstromnetz freigeschaltet. Wegen der Stickstofffüllung ist das Druckausdehnungsgefäß bei Gefahr einer Überflutung gegen Auftrieb zu sichern. Die Heizenergieanschlüsse (für Heizöl, Erdgas) müssen hochwassergeschützt gegen Abriss gesichert werden. Öllagerbehälter im und außerhalb des Gebäudes sind fachgerecht gegen Auftrieb und gegen Eindrücken durch umgebendes Wasser zu sichern.

Ölfüllstutzen und Behälterentlüftung werden wie die anderen Hausanschlüsse (vgl. Abschnitt 5.10) dauerhaft abgedichtet. Als sinnvolle Alternative empfiehlt sich anstelle von Heizöl eine leitungsgebundene Energieversorgung (Erdgas, Fernwärme).

Wärmepumpen mit Wärmequellen aus dem Erdreich, der Luft, der Umwelt oder dem Wasser sind hinsichtlich der Aufstellung wie Kälteanlagen (siehe Abschnitt 5.7) zu betrachten.

Sind in überflutungsgefährdeten Bereichen Fernwärmezähler, Gaszähler, Druckregler usw. installiert, ist zu prüfen, ob diese während des Hochwassers in der Hausanlage verbleiben können.

Ist eine gesicherte Brennluftzufuhr bei einem Heizkellerraum notwendig, so sind bei einem Fenster oder bei Zuluftöffnungen in der Außenwand Abdichtungen erforderlich; hat der Luftkanal einen runden Querschnitt, kann ein Rohrschnellverschluss bei Hochwassergefahr und abgeschaltetem Heizkessel vorgesehen werden.

Bei neuen Gebäuden ist ein Zuluftkanal über einen Luft-Abgas-Schornstein (LAS) richtig. Außenwand-Gasheizöfen, die sowohl die Verbrennungsluft als auch das Abgas durch die Außenwand leiten, sollen

heating control room. Here several wall boilers are connected in parallel and then connected to a shared exhaust gas line. With a rooftop central heating control room the heating system can continue operating even when lower floors are flooded.

Wood pellets or wood chips for central heating systems or individual heating furnaces must not be stored in flood-endangered rooms since they will swell up markedly when in contact with water and this can cause damage to the building.

Gas-fired hot-water circulating heaters and wall-mounted boilers should be located on individual floors or in individual apartments and with no dependence on the cellar.

The power supply for regulation of the heating system, for the burners and pump is isolated from the remaining building power supply circuit. On account of the nitrogen it contains, the pressure expansion vessel should be secured against buoyancy forces if there is risk of flooding. The energy supply connections to the heating system (heating oil, natural gas) must be secured against being torn away in the event of a flood. Oil storage tanks both inside and outside the building must be properly secured against buoyancy and against being partially collapsed by water surrounding them.

Oil filler necks and tank vents must be given non-temporary seals like the other Building Services connections (cf. Section 5.10). A good alternative which may be recommended is to use a supply-line-linked energy supply (natural gas, district heat) instead of heating oil.

Heat pumps with heat sources in the ground, the air, the environment or water should be viewed in the same way as refrigeration systems as regards their installation (see Section 5.7).

If district heat meters, gas meters, pressure regulators, and so on are installed in flood-endangered areas, a check should be made to see whether they can be left installed during the flooding.

With a heating system installed in the cellar, if a secured combustion air feed is required, seals will also be needed at a window or at incoming air openings in the outside wall; if the air duct is round in cross-section, a pipe rapid closure device can be fitted if there is risk of flooding and the heating boiler switched off.

With new buildings the correct method is to route an incoming air duct via a chimney with flues for air and exhaust gas. Outside-wall gas furnaces where combustion air and exhaust gas are both routed through

Hochwasser-Sonderdruck

wegen der Problematik einer Flutwasserabdichtung nicht installiert werden.

Wird bei Fußboden- oder Wandflächenheizungen als Dämm-Material Mineralwolle (Glas-, Steinwolle) verwendet, so kann bei längerem Einwirken von Wasser das Bindemittel herausgelöst werden, sodass die Dämmung gestaucht wird und ihre Festigkeitseigenschaft verliert; die gesamte Fußbodenkonstruktion kann sich absenken. Schaumglas ist empfehlenswert, aber Sprödigkeit und Verklebung sind zu beachten.

Unproblematisch verhalten sich geschäumte Kunststoffe, wie expandiertes und extrodiertes Schaumpolystyrol, PUR-Schaum, weil diese Stoffe keiner Formänderung bei Feuchte unterliegen. Öle, Fette und Kraftstoffe können jedoch bei längerer Einwirkung die Oberfläche von PolyäthylenSchaumstoffen anlösen. Sollte an den Schnitt- und Stoßstellen der Dämmung zwischen Dämmstoff und Rohrleitung Wasser eingedrungen sein, lässt sich ein Schadensrisiko sowohl für metallische wie auch für Kunststoff-Rohrleitungen nicht vorhersehen. Eine Auswechselung der Dämmung ist in solchen Fällen zu empfehlen.

Bei durchnässten Fußbodenkonstruktionen müssen alle Beläge entfernt werden, um den Estrich trocknen zu können. Selbst Zementestriche mit keramischen Belägen sind nicht unkritisch, weil derartige Konstruktionen dazu neigen sich zu verformen und zu reißen. Ob ein Dämmstoff nach einer Flutkatastrophe auszutauschen ist, hängt von vielen Faktoren ab und bedarf einer Einzelprüfung. Getrocknete Bauteile sind nicht unbedingt sanierte Bauteile. Es ist eingehend zu prüfen, ob auf Flächenheizungen bei flutwassergefährdeten Räumen in Gebäuden verzichtet werden kann.

Hydrophobierte Dämmstoffe erschweren das Eindringen von Feuchtigkeit in den Dämmstoff. Auftretende Schädigungen des Dämmstoffes sind vom Grad der Durchfeuchtung und von der Durchfeuchtungsdauer abhängig. Mit einer Durchfeuchtung infolge einer Überflutung können nicht nachvollziehbare Verunreinigungen in den Dämmstoff eingetragen werden. Somit ist ein Korrosionsschutz nicht mehr gewährleistet. Die Formbeständigkeit nimmt nach einer Durchfeuchtung ab.

Konsequenzen einer Durchfeuchtung von Gipsplattenkonstruktionen können sein: Verformungen und Risse, unzureichende Haftung des Kartons am Gipskern, Lockerung der Schrauben, mit denen die Gipsplatte auf ihrer Unterkonstruktion verschraubt ist usw.

the outside wall should not be installed due to the problems involved in sealing against floodwater.

If mineral wool (glass wool, rock wool) is used as insulating material in underfloor or wall-surface heating, extended exposure to water can cause the binder to dissolve out, which in turn makes the insulation waterlogged. It will then lose its strength and the entire floor structure may sink. Foamed glass can be recommended but brittleness and bonding should be considered.

Foamed plastics, such as expanded and extruded polystyrene or polyurethane foam, do not cause any problems since their shape is not affected by moisture. However, if there is extended exposure to oils, greases and fuels the surface of polyethylene foams may partly dissolve. If water has penetrated between the insulating material and the pipe at joins in the insulation, a risk of damage to both metallic and plastic pipes cannot be ruled out. In such cases it is recommended that the insulation shall be replaced.

If floor structures are waterlogged all coverings will need to be removed to allow the screed to dry out. Even cement screeds with ceramic coverings may be problematic since they tend to deform and to crack. Whether insulating material needs to be replaced after a flood catastrophe depends on a large number of factors and each case will require examination. Drying-out of a component does not necessarily mean it is fit for use. A thorough investigation should be made about whether it is possible to dispense with panel heating in rooms at risk of flooding.

Water-repellent insulating materials make it more difficult for moisture to penetrate the insulating material. Damage to the insulating material which has occurred is dependent on the degree of water penetration and on how long it lasted. If the material has become waterlogged as the result of inundation, different types of unknown contamination may have been transported into the insulating material. One result is that corrosion protection can no longer be guaranteed. Dimensional stability falls after penetration of water.

The consequences of water penetrating gypsum building boards may include: deformation and cracking, insufficient adhesion of the heavy paper and the gypsum core, loosening of the screws used for mounting the boards on their supporting structure, and so on.

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

5.4.2 Maßnahmen nach dem Hochwasser

Dämmungen der Heizungsrohrleitungen, des Wärmeerzeugers, Schächte der Fernwärmeversorgung und gegebenenfalls des Warmwasserspeichers sollen nach dem Hochwasser entfernt und erneuert werden. Bleiben Wasser, Schlamm und die im Hochwasser mitgeführten Verunreinigungen durch die alte Wärmedämmung mit den Metalloberflächen der Rohre und des Warmwasserspeichers in Kontakt, können Korrosionsvorgänge eingeleitet werden.

Nach dem Hochwasser sind Zähler für Fernwärme, Regler usw. von Versorgungsunternehmen zu reinigen und auf Sicherheit zu überprüfen (Gaszähler siehe Abschnitt 5.5). Beschädigte oder verschmutzte Heizkostenverteiler an Raumheizflächen sind nach einem Hochwasser vom Wartungsunternehmen zu überprüfen. Der Reglerkopf von Thermostatventilen muss bei Raumheizflächen erneuert werden.

Heizöllagerbehälter und Ölförderleitungen sind auf Beschädigungen zu untersuchen, um festzustellen, ob Wasser in die Leitungen oder die Lagerbehälter eingedrungen ist. Zum Nachweis kann eine Heizölbehälterbodenprobe gezogen oder Wassernachweispaste verwendet werden. Auch wenn keine offensichtlichen Schäden erkennbar sind, soll die Anlage überprüft werden.

Durch eindringende Feuchtigkeit können elektrische Ölstandanzeiger, Grenzwertgeber und Leckwarngeräte ihre Funktion verlieren und müssen nach einer Überflutung geprüft und gegebenenfalls repariert oder erneuert werden.

Überflutete Wärmeerzeuger bedeuten in der Regel Totalschaden. Zumindest Feuerungsautomaten und Magnetventile für die Brennstoffzufuhr müssen ausgewechselt werden. Überdies erweist sich eine nasse Kesselaußendämmung als unbrauchbar. Gegen ausströmendes Gas und entweichendes Rauchgas, die ein hohes und mitunter tödliches Gefährdungspotenzial darstellen, ist der Kessel vom Fachmann abzudichten; auf keinen Fall dürfen Laien versuchen die Anlagen selbst zu reinigen und in Betrieb zu nehmen. Die Gefahr von ausströmendem Gas und entweichenden Rauchgasen ist zu hoch. Eventuell ausgetretenes Heizöl oder Öl-Wassergemisch ist von Fachfirmen ordnungsgemäß zu entsorgen. Falls Öl in den Boden eingetreten ist und diesen kontaminiert hat, ist nach den gesetzlichen Bestimmungen eine Entsorgung erforderlich.

5.5 Gasinstallationen

Für das Leitungsnetz Erdgas gilt ein Höchstmaß an Versorgungssicherheit. Das DVGW-Merkblatt G 479 enthält Angaben über Planung, Errichten und Betrei-

5.4.2 Measures to be taken after flooding

After the flood, the insulation of the heating pipes, heat generator, district heat supply ducts and, if applicable, the hot-water cylinder should be removed and new insulation installed. If water, sludge and the contamination entrained in the floodwater is left in contact – via the old thermal insulation – with the metal surfaces of the pipes and the hot-water cylinder, this could start off corrosion processes.

After the flood, meters for district heat, control units and so on should be cleaned by the utility company and a safety check carried out (for gas meters, see Section 5.5). Damaged or contaminated heating consumption indicators on room radiators should be checked after the flood by the maintenance contractor. The regulator knob of thermostat valves on radiators must be replaced.

Heating oil tanks and oil supply lines should be checked for damage to see whether water has got into the pipes or into the storage tanks. To confirm whether this has happened or not, a sample can be taken from the bottom of the heating oil tank or water detection paste used. Even if no obvious damage can be detected, the system should still be inspected.

Penetrating moisture can cause electrical oil level indicators, limit monitors and leakage warning devices to stop working. After a flood they should be checked and, if necessary, repaired or replaced.

As a rule, flooding will make a heat generator a write-off. At the very least, automatic burner controllers and solenoid valves for the fuel feed will need to be replaced. In addition, the sodden cladding of the boiler should be discarded. The boiler should be sealed by a specialist technician if gas is leaking or flue gas escaping: both of these have a high danger potential, even a deadly one. On no account should untrained persons attempt to clean the installations themselves or put them into operation. The dangers arising from leaking gas and escaping flue gases are too serious. Any heating oil which may have escaped or any mixed oil and water should be disposed of properly by a specialist contractor. If oil has got into the ground and contaminated it, disposal in line with statutory requirements will be necessary.

5.5 Gas installations

The highest degree of supply safety applies to the natural gas piping network. DVGW publication G 479 contains information about planning, installing and

Hochwasser-Sonderdruck

ben des Gasrohrnetzes bis zum Gaszähler bzw. zu den Druckregelgeräten in hochwassergefährdeten Gebieten und Grundstücken. Von der Gasversorgung geht bei Hochwasser wenig Gefahr aus; solange die Einrichtungen des Gasversorgers nicht überflutet werden, ist nicht mit Abschaltungen zu rechnen. Wird eine Leitung infolge eines Schadens durch Hochwasser geflutet, so ist in dem entsprechenden Bereich die Versorgung unterbrochen.

Zum Vermeiden von Schäden in Gebäuden ist das gesamte Einströmen des Hochwassers in gefährdete Räume, in denen sich Gaszähler, Druckregelgeräte, Gasgeräte usw. befinden, durch Schutzvorrichtungen zu sichern. Gegenstände, die im Hochwasser durch Schwimmen oder Umstürzen die Gasanlage beschädigen könnten, müssen aus dem Zählerraum entfernt oder sicher befestigt werden. Gasbeheizte Wärmeerzeuger, die unter dem Hochwasserspiegel installiert sind, müssen vor dem Hochwasser von einem Fachbetrieb außer Betrieb genommen werden. Die Gasleitung ist dicht zu verschließen.

Die Gasleitungen im hochwassergefährdeten Bereich sind sicher zu befestigen und bei Installation gegen Korrosion zu schützen (verzinktes Rohrmaterial, Schutzanstrich o. Ä.). Nach dem Rückgang des Hochwassers sind die betroffenen Gasanlagen einer Prüfung durch einen Fachbetrieb zu unterziehen.

5.6 Raumlufttechnische Anlagen (RLT-Anlagen)

Empfehlenswert ist die Aufstellung der RLT-Anlagen mindestens 0,5 m über dem Hochwasserspiegel. Raumbe- und -entlüftung muss von oben über Lüftungskanäle erfolgen, deren Auslässe entweder über Dach oder mindestens 0,5 m hoch über dem Hochwasserspiegel liegen sollen. Empfehlenswert ist die Aufstellung der Lüftungs-/Klimazentrale im Dachraum, wobei die Öffnungen für Außen- und Fortluft außerhalb des hochwassergefährdeten Bereiches im Gebäude angeordnet werden.

5.6.1 Maßnahmen vor dem Hochwasser

Bei Aufstellung von Lüftungs- oder Klimaanlagengeräten in überflutungsgefährdeten Räumen ist in diesen Bereichen mit erheblichen Maschinenschäden zu rechnen.

Außen- und Fortluftdurchlässe, Kammerzentralen und Gehäuse, Luftfilter, Luftbefeuchter, Wärmetauscher, Ventilatoren, Wärmerückgewinnungsanlagen, Luftleitungen und Schalldämpfer, Luftdurchlässe, Endgeräte, Brandschutzklappen und Dämmungen werden bei einem Wasser-Schlammeinbruch in der Regel in Mitleidenschaft gezogen. Weil Wärmeübertrager selbst durch Hochdruckreinigung nicht ausrei-

operating the gas piping system up as far as the gas meter or pressure regulators in areas and land property are at risk of flooding. During a flood the gas supply system is a source of little danger and provided equipment of the gas supply company is not submerged by floodwater, switching off will not necessarily occur. If a pipe is flooded as the result of flood damage, the supply will be interrupted in the area in question.

To prevent damage inside buildings, protective measures should be implemented to stop the entire flow of floodwater into at-risk rooms where gas meters, pressure regulators, gas installations and so on are located. Objects which could be damaged during the flood by gas installations floating or toppling must be removed from the meter room or securely restrained. Gas-heated heat generators which are installed below flood level must be taken out of operation by a specialist contractor before the flood event. The gas line must be sealed off free of leaks.

The gas lines in the flood-endangered area must be securely restrained and at the time of installation protected against corrosion (galvanized piping, coat of protective paint or similar). Once the floodwater recedes, gas installations affected by it should be inspected by a specialist contractor.

5.6 Ventilation and air-conditioning systems (VAC systems)

It is recommended that VAC systems be installed at least 0,5 m above flood level. Room ventilation and air extraction must be via overhead ventilation ducts whose outlets should be either at rooftop level or at least 0,5 m above flood level. It is recommended that the ventilation and air-conditioning control room should be located on the top floor; openings for incoming fresh air and outgoing exhaust air should be located outside the flood-endangered part of the building.

5.6.1 Measures to be taken before the flood

If ventilation and air-conditioning installations are located in flood-endangered rooms, considerable mechanical damage may be expected.

As a rule an ingress of water and sludge will also affect incoming and outgoing air openings, non-movable assemblies of units and housings, air filters, air humidifiers, heat exchangers, fans, heat recovery installations, air pipes and sound absorbers, air openings, terminal equipment, fire dampers and insulation. Since heat exchangers themselves cannot be cleaned sufficiently by high-pressure cleaning, the in-

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

chend gereinigt werden können, sind die Richtlinien VDI 3803 und VDI 6022 zu beachten.

Eine Reinigung bis in den Kern ist aus hygienischen Gründen zu gewährleisten. Wärmeübertrager ab einer Bautiefe von 300 mm (450 mm bei flutender Rohranordnung) sind in der Bautiefe in Luftrichtung geteilt auszuführen. Gefahr für die Komponenten der RLT-Anlage durch Überflutung und Verschmutzen der Elemente, Korrosion von metallischen Flächen, versteckte feuchte Stellen im System, in den Geräten, Luftfiltermatten, Wärmespeichermedien, Schalldämpfermaterialien, Verbindungsstellen durch so genannte Segeltuchstutzen und innenliegende Dämmungen können ein Wasserreservoir bilden, möglicher Eintrag von Kleintieren und Gegenständen durch den Ansaugkanal, gegebenenfalls bleiben Kadaver liegen, Beschädigung von Schmierstellen, Eintrag funktionsstörender Gegenstände usw.

5.6.2 Maßnahmen nach dem Hochwasser

- Gründliche Reinigung aller luftberührten Flächen, gegebenenfalls Desinfektion der luftberührten Flächen (innen und außen); besonders kritisch sind die Verbindungsstellen der Luftkanäle zu betrachten.
- Beseitigung und Trocknung von allen (auch verdeckten) Feuchtestellen
- Prüfung aller Bauteile und Gehäusewände auf optisch erkennbare Beschädigung und gegebenenfalls ihre Beseitigung sowie Erneuerung des Korrosionsschutzes an betroffenen Teilen
- Erneuerung der Dämmmaterialien von doppelwandigen Geräten nach Durchfeuchtung; auch dampfdichte Dämmungen können Wasser zwischen Isolation und Kanal enthalten.
- Bei Mineralfaserdämmungen ist ein Austausch wegen schlechter Trocknung sinnvoll.
- Kondensat und Entleerungseinrichtungen auf Sauberkeit und Funktion überprüfen und reinigen
- Überprüfen der technischen Anschlüsse (Elektro, Heizung, Kälte, Wasser) und gegebenenfalls Instandsetzung
- Durchfeuchtete Filterelemente und Schalldämpfer müssen durch neue, saubere und trockene ersetzt werden.
- Hygienisch sensible Einbauteile, z.B. Wannen, Tropfenabscheider, alle Wände, Düsenstöcke, Entleerungseinrichtungen, reinigen, trocknen, gegebenenfalls desinfizieren
- Umwälzpumpen, Rohrsysteme reinigen, gegebenenfalls Desinfektion
- Bei Betonkanälen ist eine ausreichende Trocknung erforderlich, um langfristige Schimmelpilz-

formation contained in guidelines VDI 3803 and VDI 6022 should be noted.

For reasons of hygiene, cleaning right into the core must be guaranteed. From an installation depth of 300 mm (450 mm in the case of a flooding pipe arrangement) heat exchangers must be partitioned along the air-flow direction. Components of the VAC system endangered by flooding and contamination of the elements, corrosion of metal surfaces, hidden damp spots in the system, in the equipment, air filter mats, heat storage media, sound damping materials, connection points due to canvas sleeves and internal insulation can form a water reservoir, possible entry of small animals and objects through the intake duct, dead animals may be left behind, damage to lubrication points, ingress of objects impairing functioning, and so on.

5.6.2 Measures to be taken after flooding

- Thorough cleaning of all surfaces in contact with the air; if necessary, disinfection of such surfaces (internal and external). Particularly critical are the connection points of the air ducting sections.
- Removal and drying of all (even hidden) areas of wetness
- Inspection of all components and housing panels for visually detectable damage and, if necessary, removal of them and renewal of corrosion protection in affected parts
- Replacement of insulating material in double-walled items of equipment following soaking; even vapour-tight insulation can retain water between the insulation and the ducting.
- It is convenient to replace mineral fibre insulating material on account of its poor drying properties.
- Condensate and draining devices must be checked for cleanness and function and cleaned.
- Services connections (electrical, heating, refrigeration, water) must be inspected and repaired, if necessary.
- Filter elements and sound absorbers which have been penetrated by moisture must be replaced by new, clean and dry ones.
- Hygienically sensitive fitted parts, such as trays, mist collectors, all walls, nozzle banks, draining devices have to be cleaned, dried and, if necessary, disinfected.
- Circulating pumps and pipe systems have to be cleaned and, if necessary, disinfected.
- Concrete ducts must be dried out sufficiently to prevent long-term mould growth; masonry duct-

Hochwasser-Sonderdruck

bildungen zu vermeiden, bei Mauerwerkskanälen ist eine zusätzliche Beschichtung nach ausreichender Trocknung zu prüfen.

- Umfassende und durchgehende Reinigung bei mehrreihigen Wärmeregistern
- Ventilatorrad und -gehäuse reinigen, gegebenenfalls desinfizieren und von Feuchtestellen befreien
- Antriebsmotor, Antriebsgetriebe, Antriebsriemen auf Funktion und Betriebssicherheit überprüfen, reparieren, gegebenenfalls erneuern

- Riemenschutzgitter auf Beschädigung prüfen; durch einen Probelauf muss sichergestellt werden, dass die Wuchtgüte nicht durch Anhaftungen von getrockneten Schmutzpartikeln beeinflusst wird, die sich zudem im Lauf lösen können und zu weiteren Gefährdungen und Beschädigungen führen können.
- Überprüfen der Schmiermittel, gegebenenfalls erneuern bzw. nachschmieren
- Durchfeuchtete Wärmespeichermedien müssen durch neue ersetzt werden.
- Reinigung, Desinfektion der Schalldämpfer, Schalldämpferkulissen, gegebenenfalls Austausch

- Segeltuchstutzen ausbauen, reinigen, gegebenenfalls desinfizieren oder durch neue ersetzen
- Brandschutztechnische Ummantelungen sollen auf Grund der stoffbedingten Empfindlichkeit gegen Wassereinwirkungen ausgetauscht werden.
- Begutachtung durch Funktionsprüfung der Brandschutz- und Rauchschutzklappen durch Sachverständige
- Prüfung, ob gesundheitsgefährdende Stoffe aus technischen Anlagen ausgetreten sind, z. B. Kältemittel usw.
- Sind Wetterschutz und/oder Vogelschutzgitter nicht mehr vorhanden, müssen sie ersetzt werden.
- Bei der Reinigung der RLT-Zentralen muss unbedingt eine Abschottung dieser Räume vom Rest des Gebäudes erfolgen. Reinigungsarbeiten sollen in eine Grobreinigung (z. B. mit Hochdruckgeräten), eine Feinreinigung (inklusive gründlicher Trocknung) und gegebenenfalls eine Desinfektion untergliedert werden. Vorsicht Gesundheitsgefahr! Nach Befall sind aktive und passive Luftkeimzahlbestimmungen (qualitativ und quantitativ) durch Fachkräfte zu empfehlen – in der Technikzentrale (vor Beginn der aktiven Trocknungsarbeiten), in der Zuluftventilatorkammer (vor Beginn und nach Beendigung der Trocknungs-/Reinigungsarbeiten), in ausgewählten nicht belasteten Räumen (mit Beginn der Inbetriebnahing must be given an additional coating of paint which should be inspected once it has dried sufficiently.

- Comprehensive, thorough cleaning of arrangements of several heating coils
- Fan wheel and housing have to be cleaned, disinfected, if necessary, and wet spots eliminated.
- Drive motor, drive transmissions, drive belts have to be checked for proper functioning and operational safety and as necessary repaired or replaced.

- Belt guard screens have to be checked for damage; a test run must be carried out to ensure that the balancing quality is not affected by dried particles of dirt adhering, which could also detach when machines are running and cause additional dangers and damage.

- Lubricants have to be checked and as necessary replaced or relubrication carried out.
- Heat storage media penetrated by moisture must be replaced by new media.
- Sound absorbers and sound absorption baffles have to be cleaned, disinfected and if necessary replaced.

- Canvas sleeves have to be removed, cleaned, if necessary disinfected or replaced by new sleeves.
- Due to the sensitivity of the material to water, fire-protection jackets should be replaced.

- Expert's survey and report regarding functioning of fire-protection and smoke valves.

- Inspection to ascertain whether substances posing a health risk have escaped from technical installations, such as refrigerant, for example
- If weather protection and/or bird screens are now missing, they should be replaced.
- When VAC control rooms are being cleaned, they must without fail be sealed off from the rest of the building. Cleaning work should be divided into different stages: rough cleaning (using, for example, high-pressure devices), more careful cleaning (including thorough drying-out), and, if applicable, disinfection. Caution advised due to health risks! Following bacterial invasion, it is recommended that specialist technicians carry out active and passive analysis of air-born organisms (qualitative and quantitative) in the Building Services control room (before active drying measures), in the incoming air fan chamber (before the start and after the end of drying and cleaning work), in selected non-infested rooms (when the VAC system

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

me der RLT-Anlage) sowie in sonstigen befallenen Räumen nach Durchführung der Trocknungsarbeiten. Eine Abluftanlage kann bei Verwendung von Umluft die Quelle für immer neue Keime in der Zuluft bzw. im Raum sein. Die Reinigung der überfluteten Bauteile muss so gründlich erfolgen, dass sich keine keimbildenden Einheiten (KBE) nachweisen lassen. Der Nachweis hat durch Abklatschproben zu erfolgen. Es muss im Vorfeld abgeschätzt werden, ob die aufwändigen Reinigungsarbeiten wirtschaftlich durchführbar sind. Möglicherweise ist der komplette Ersatz der Baugruppen günstiger. Dies gilt besonders, wenn getrocknete Verschmutzungen mechanisch kaum zu entfernen sind, z. B. bei Wärmetauschern.

- Gerüche aus Räumen können mit Raumionisationsgeräten, die geregelt Ozon erzeugen, nach entsprechender Reinigung effektiv beseitigt werden. Dabei soll besonderer Wert auf die Ozonregelung und Erfahrung beim Umgang mit dieser Technik gelegt werden.
- Eine Wiederinbetriebnahme der RLT-Anlagen ist aus hygienischer Sicht erst nach erfolgter Hygienekontrolle nach Richtlinie VDI 6022 zulässig.

5.7 Kälteanlagen

Bis auf äußere Verschmutzung und Korrosion, die sich auf Grund der Bauweise nur sehr schlecht beseitigen lassen, werden die Kälteanlagen selbst durch Hochwasser nicht beeinträchtigt. Sie sind dicht gegen die Umgebung ausgeführt.

Die schwerwiegenden Schäden treten dagegen an der Wärmedämmung und der elektrischen/elektronischen Ausrüstung der Kälteanlagen auf. Abgesehen von der Verschmutzung ist die Wärmedämmung an den kältetechnischen Ausrüstungen (Rohrleitungen, Geräte, Räume) im Vergleich zur Wärmedämmung an heizungstechnischen Anlagen noch kritischer zu sehen. Es handelt sich um Wärmedämmung für Temperaturbereiche, die unter der Umgebungstemperatur liegen.

Eine feuchte Wärmedämmung verliert ihre Dämmeigenschaften und trocknet beim Betrieb der Kälteanlagen auf keinen Fall aus, sondern es besteht bei beschädigter Dampfsperre durch Taupunktemperaturunterschreitung die Gefahr weiterer Wasseraufnahme aus der Luft oder dem Kühlgut. Kühlzellen sind in der Regel nach einem Hochwasserschaden unbrauchbar. Bei monolithisch aufgebauten Kühlräumen ist es möglich die Bausubstanz zu erhalten.

returns to operation) as well as in other infested rooms once drying work has been completed. If air is recirculated in the building, the exhaust air unit can be a source of new bacteria in the incoming air or in the room. Cleaning of the flooded components must be so thorough that no colony-forming units (CFUs) can be detected. Documented evidence of this must be provided by means of contact-slide tests. An estimate must be made at an early stage as to whether it is economically feasible to carry out expensive cleaning work. It may make better financial sense to replace the modules completely. This is particularly true when dried contamination is virtually impossible to remove by mechanical means as is the case, for example, with heat exchangers.

- After the corresponding cleaning, odours from rooms can be effectively eliminated by using room ionisers which generate ozone on a controlled basis. Here special importance should be attached to ozone regulation and to practical experience in using this method.
- As far as hygiene is concerned, VAC systems should not be returned to service until a health check has been carried out as indicated in guideline VDI 6022.

5.7 Refrigeration

Apart from external soiling and corrosion which their design makes very difficult to get rid of, refrigeration circuits themselves are not adversely affected by flood since they are leakproof with respect to their surroundings.

Where serious damage can, on the other hand, occur is in the thermal insulation and the electrical or electronic fittings in the refrigeration installations. Leaving the question of contamination aside, thermal insulation of refrigeration installations (pipes, units, rooms) is to be regarded as even more critical than thermal insulation of heating installations. Here thermal insulation is for temperature ranges which are below the ambient temperature.

Damp thermal insulation loses its insulating properties and will not under any circumstances dry out while the refrigeration installations are in operation. Instead, if the vapour barrier is damaged, there will be a danger of more water being absorbed from the air or the refrigerated items due to falling below the dew point. As a rule, cold storage cells are unusable after suffering flood damage. In the case of monolithically constructed refrigerator rooms it will be possible to save the building structure.

Hochwasser-Sonderdruck

Für Wärmepumpen gelten hinsichtlich der Wärmedämmung auch die Grundsätze der Heizungstechnik.

Zur Zuführung der Antriebsenergie sowie für Regelung, Steuerung und Betriebsmesstechnik werden elektrotechnische/elektronische Baueinheiten eingesetzt. Diese sind in der Regel nach Überflutung mit Hochwasser nicht mehr funktionstüchtig. Die Antriebsmotoren der Kältemittelverdichter liegen bei hermetischen und halbhermetischen Verdichtern im Inneren der Kältemittelkreisläufe und sind nicht gefährdet. Antriebsmotoren offener Verdichter und von Ventilatoren fallen dagegen aus. Das gilt auch für Temperatur-, Druckwächter und Betriebsmessgeräte.

Bei in Maschinenräumen aufgestellten Kälteanlagen ist die Ausstattung des Maschinenraumes (elektrotechnische/elektronische Baueinheiten, Sicherheitstechnik, Lüftungsanlagen) mit zu betrachten.

In Maschinenräumen keine Fußbodeneinläufe anordnen!

5.7.1 Maßnahmen vor dem Hochwasser

Das Aufstellen neuer kältetechnischer Geräte und Anlagen in vom Hochwasser gefährdeten Bereichen ist zu vermeiden. Bei der Standortfestlegung ist zu berücksichtigen, dass der Wert des gekühlt oder gefroren gelagerten Gutes in vielen Fällen den Wert der kältetechnischen Ausrüstung übersteigt.

Empfehlungen

- Errichten hochwasserdichter Maschinenräume
- Der hohe Aufwand für hochwassergeschützte Maschinenräume ist nur dann zu empfehlen, wenn die Gesamtanlage geschützt werden kann.
- Errichten von Maschinenräumen in nicht gefährdeten Gebäudeteilen
- Bei Beachtung der gültigen Normen und Vorschriften, (z.B. DIN EN 378, VBG 20) können Kälteanlagen in höher gelegenen Geschossen und auf Gebäudedächern errichtet und betrieben werden. Bei Gebäuden an hochwassergefährdeten Standorten ist dieses gegenüber einer dichten Bauweise zu bevorzugen.
- Vermeidung ortsfester Installation
- In der Regel bleibt bei Hochwasser eine Zeitspanne, um bei Überflutungsgefahr Geräte räumen zu können. Kühlgüter sind aus Kühl- und Gefriergeräten zu entfernen, wenn diese nicht weiter betrieben werden können (Energieausfall). Türen und Abdeckungen sind geöffnet zu belassen. Bei der Planung der Gebäude sind entsprechende Transportwege und Lagerflächen vorzusehen.

As regards thermal insulation the same basic principles of heating technology also apply to heat pumps.

Electrotechnical or electronic modules are used for supplying the drive energy as well as for regulation, control and operational measurement. Following submergence, these will not as a rule function any more. In the case of hermetic and semi-hermetic compressors, the drive motors of the compressors are located inside the refrigerant circuits and are not at any risk. In contrast, the drive motors of open compressors and of fans will fail. The same also applies to temperature, pressure monitoring and other measuring instruments.

If refrigeration installations are located in machinery rooms it will also be necessary to take the equipment in the machinery room into consideration (electrotechnical and electronic modules, safety equipment, ventilation installations).

There should be no floor drains in machinery rooms!

5.7.1 Measures to be taken before the flood

Erecting new refrigeration equipment and installations in flood-endangered areas should be avoided. It should be taken into account when deciding on a location that the value of the cooled or frozen contents is in many cases greater than the value of the refrigeration equipment.

Recommendations

- Erection of floodtight machinery rooms
- The high cost of floodproof machinery rooms can only be justified when the entire system can be protected.
- Installation of machinery rooms in parts of the building which are not at risk
- Provided the relevant standards and regulations are observed (such as DIN EN 378 and VBG 20), refrigeration installations can be located and operated on relatively high floors of buildings or on roofs. With buildings in flood-endangered locations this possibility is to be preferred over a floodtight solution.
- Avoidance of stationary installation
- As a rule with a flood event there will still be a period of time in which equipment can be removed if flooding looks possible. Refrigerated goods should be removed from refrigerators and freezers if they can no longer be operated (due to power failure). Doors and lids should be left open. During building planning the corresponding transportation routes and storage areas should be provided.

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

Bei Überflutung ist davon auszugehen, dass jedes kältetechnische Gerät und jede Anlage ausfällt! An dieser Situation kann kurzfristig nichts geändert werden. Alle kurzfristig durchführbaren Maßnahmen können lediglich der Schadensbegrenzung dienen:

- Mobile Geräte und Kühlmöbel in nicht gefährdete Räume transportieren. Kühlgüter auslagern oder entsorgen. Türen und Abdeckungen öffnen (Ausnahme Weiterbetrieb mit Ersatzstromaggregat).
- Ortsfeste Geräte und Anlagen spannungsfrei schalten. Am Kältekreislauf kann kurzfristig nichts getan werden. Gegebenenfalls können Gehäuseteile mit Schall- oder Wärmedämmung abgenommen und gesichert werden.
- Nicht vollständig gefüllte Behälter und Vorratsflaschen werden infolge Auftrieb nach oben gezogen. Die auftretende Kraft hängt vom Füllstand ab und beträgt ca. 10 N pro nicht mit Flüssigkeit gefülltem Volumen. Die Kräfte können so groß werden, dass sich die Behälter aus der Verankerung lösen und Rohrleitungen zerstören. Deshalb sind Füllstände zu kontrollieren und gegebenenfalls zu korrigieren.
- Kann eine Überflutung nicht vermieden werden, ist Fluten mit sauberem Wasser einem Eindringen von verschmutztem Wasser vorzuziehen.

5.7.2 Maßnahmen nach dem Hochwasser

Bei Betreten der Räume, in denen Kälteanlagen installiert sind, muss damit gerechnet werden, dass infolge von Undichtheiten Kältemittel aus der Anlage ausgetreten ist. Wegen Toxizität (Ammoniak), Brennbarkeit (Kohlenwasserstoffe), aber auch Sauerstoffverdrängung (FKW-, HFKW-Kältemittel) ist bei Begehen Vorsicht geboten (Arbeitsschutzausrüstung).

Zunächst ist zu entscheiden, ob ein Erhalten möglich oder eine neue Ausrüstung erforderlich ist. Diese Entscheidung ist in der Regel eine wirtschaftliche Entscheidung. Weniger kostenintensive Geräte wie Haushaltskältegeräte, kleine Klimageräte und Klimatruhen müssen entsorgt werden. Bei fest installierten Klimakälteanlagen, Kälteanlagen zur Kühlung von Räumen und Prozessen, Luftentfeuchtungsgeräten sowie Wärmepumpen muss fallweise über die Möglichkeit einer Reparatur entschieden werden.

In die Entscheidung ist das Unternehmen, das die Anlage errichtet hat, ein Kältefachbetrieb oder ein Gutachter einzubeziehen. Bei mit Schmutzwasser überfluteten Anlagen zur Luftkühlung mit luftbeauf-

If flooding does occur it may be assumed that every refrigeration unit and installation will fail. Nothing can be done about this in the short term. The only measures which can be carried out in the short term will be aimed at damage limitation:

- Movable equipment or refrigerators should be transferred into rooms not at risk. Refrigerated goods should be removed to refrigerated storage off-site or disposed of. Doors and covers should be opened (unless equipment is to continue working on an emergency generating set).
- Stationary equipment and installations should be disconnected from the power supply. No action can be taken in the short term with the refrigeration circuit. If applicable, housing parts with sound or thermal insulation can be removed and stored securely elsewhere.
- Tanks and cylinders which are not absolutely full will be pushed upwards due to their buoyancy. The force they experience depends on their fill level and amounts to around 10 N for each volume not filled with liquid. These forces may become so great that the containers are pulled out of their anchorings thereby causing permanent damage to pipework. For this reason, fill levels should be checked and where necessary corrected.
- If flooding cannot be avoided, deliberate flooding with clean water is to be preferred to contaminated water getting in.

5.7.2 Measures to be taken after flooding

People entering rooms where refrigeration installations are located must expect to find that refrigerant has escaped from the system due to leaks. Rooms should be entered with caution (protective clothing and other equipment) on account of toxicity (ammonia), flammability (hydrocarbons) and even displacement of oxygen (HFC and HCFC refrigerants).

The decision whether the installations can be retained or replaced should be made first. In most cases this decision will be based on financial considerations. Less expensive items of equipment such as household refrigerators, small air-conditioning units and fan coil units must be disposed of. With permanently installed air conditioning and cooling systems, refrigeration installations for cooling rooms and processes, air dehumidifiers and also heat pumps a decision will need to be taken on a case by case basis as to whether repair is feasible.

The decision-making process should include the company which installed the equipment, a refrigeration specialist or an expert in the relevant fields. In the case of air-cooling installations with forced-air evap-

Hochwasser-Sonderdruck

schlagten Verdampfern kann bei schlechter Zugängigkeit ein Bauteilwechsel erforderlich werden. Je nach Bauart ist eine Ersatzinstallation wirtschaftlicher. Bei Splitanlagen ist gegebenenfalls der Austausch der außen aufgestellten Anlagenteile ausreichend.

Arbeiten, die bei Erhalt der Anlage immer anfallen, sind:

- Reinigen der Gesamtanlage
- Entfernen der Wärmedämmung, Oberflächenbehandlung und Anbringen neuer Dämmung
- Reinigen der elektrotechnischen Ausrüstungen. Kleinere Schaltschränke komplett ersetzen, sonst Reparatur; Auswechseln aller Relais
- Ersetzen der Steuerung und der Betriebsmesstechnik, dazu gehören auch Temperatur- und Druckwächter. Über den Zustand von Temperatursensoren und Druckaufnehmern ist fallweise zu entscheiden.

- Austausch bzw. Reparatur von Ventilatormotoren und Antriebsmotoren offener Verdichter
- Instandsetzen der Wellenabdichtung an offenen Verdichtern

Bei Arbeiten an elektrischen Anlagen sind unbedingt die Hinweise in Abschnitt 5.1 zu beachten.

5.8 TGA-Anlagen im Außenbereich (Gasbehälter, Flüssigkeitsbehälter, Öllagerbehälter, Garagen, Mülltonnen, Klein-Kläranlagen usw.)

Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung im Außenbereich sind durch Hochwasser besonders gefährdet und daher sehr sorgfältig zu planen und auszuführen. Dies gilt im Besonderen für solche Anlagen und Installationen, die für die Ver- und Entsorgung des Gebäudes zur Erhaltung der Funktion erforderlich sind.

Flächen unterhalb der üblichen Rückstauebene sind möglichst klein zu halten. Soll Regenwasser von Flächen, die unterhalb der Rückstauebene liegen, in die Kanalisation eingeleitet werden, sind Abwasserhebeanlagen einzusetzen. Werden Gebäude oder Sachwerte gefährdet, sind die Abwasserhebeanlagen für das Jahrhundertereignis $r(5,100)$ auszulegen.

Regenwasser wird in Erdspeichern zur Nutzung gesammelt. Diese sind mit einem Rückstauverschluss Typ O nach DIN 1989-1 (14 horizontale Leitungen zum Anschluss an einen Regenwasserkanal) auszustatten. Wird der Überlauf an einen Mischwasserkanal angeschlossen, ist er über eine Abwasserhebeanlage rückstaufrei an das öffentliche Kanalnetz anzuschließen.

orators which have been flooded, it may be necessary to replace components if access is difficult. Depending on their design, replacement installation may be more economic. In the case of split systems it may be sufficient to replace those parts of the system which are located outside the building.

Work which is always necessary upon return to the installation includes:

- Cleaning of the entire installation
- Removal of the thermal insulation, treatment of surfaces, and fitting of new insulation
- Cleaning of electrotechnical equipment. Smaller control cabinets should be replaced entirely, others can be repaired; replacement of all relays.
- Replacement of the control system and operational measurement instruments – this includes temperature and pressure monitors as well. Decisions should be taken on a case by case basis about the state of temperature sensors and pressure transducers.
- Replacement or repair of fan motors and drive motors of open compressors
- Repair of the shaft seals of open compressors

In the case of work on electrical systems the instructions in Section 5.1 should be observed without fail.

5.8 Outdoor Building Services installations (gas tanks, tanks containing liquids, oil storage tanks, garages, waste containers, small-scale sewage treatment installations, and so on)

Outdoor Building Services installations are at particular risk from flooding and should therefore be planned and constructed with a great deal of care. This applies in particular to those systems (and wiring or pipework) which are vital for supply into and disposal from the building in order to preserve its functional capabilities.

Areas below the normal backwater level should be kept as small as possible. If rainwater is routed into the sewage system from areas which lie beneath the backwater level, ejectors will need to be used. If building or property are endangered, the ejector systems should be designed for the 100-year event $r(5,100)$.

Rainwater is collected in subterranean cisterns for later use. These should be equipped with a Type O backflow valve per DIN 1989-1 (14 horizontal lines to connect to one rainwater duct). If the overflow is connected to a combined sewer it must be connected to the public sewage system via an ejector such that no backflow occurs.

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

5.8.1 Maßnahmen vor dem Hochwasser

Hochwasserangepasst sind zu planen: Zuwege, Garagen und Stellplätze, Übergabeschächte, Grundstücksumschließungen, Treibhäuser, tiefliegende Hof- und Terrassenflächen sowie alle in diesem Bereich befindlichen ober- und unterirdischen Einrichtungen und Installationen.

Bei Gewerbe- und Industriebetrieben müssen gegebenenfalls die Außenanlagen gesondert betrachtet und gesichert werden, damit Umwelt- und Gesundheitsschäden vermieden werden.

Empfehlungen

- Vermeiden abriegelnder, quer zur Strömungsrichtung liegender Einbauten oder Gartenelemente, z.B. dichte Hecken, engmaschige bzw. dichte Zäune, Mauern ohne Durchlässe (Durchgänge). Zu bedenken ist, dass bei der Planung die Grundstücksentwässerung und die Rückstausicherheit mit einbezogen werden müssen.
- Die Geländemodellierung soll unschädlichen Wasserabfluss durch entsprechende Höhen ermöglichen. Als Erosionsschutz und zur Vermeidung von Ausspülungen und Kolkbildungen möglichst keine Flächenanteile mit offenem Boden. Sicherung von Einbauten gegen Auftrieb, z.B. bei Folienteichen.
- Zur Versickerung von Oberflächenwasser sind bei Zuwegen, befestigten Wege-/Zufahrten, Flächen aus Stein- und Holzpflaster mit durchlässigen Fugen, Gittersteine und ähnliche Formelemente, spezielle Sickersteine und auch Kiesflächen mit durchlässigem Unterbau durch Entsiegelung vorzusehen. Die Forderung nach möglichst geringer Versiegelung sollte in der Baugenehmigung gestellt sein. In Gebieten mit guten Speichereigenschaften wie mächtigen, gut durchlässigen Böden und gut durchlässigem Gesteinsgrund ist die Auswirkung einer geringen Versiegelung größer als in Gebieten mit geringmächtigen Böden und geringdurchlässigem Festgestein.
- Bei Hochwasserschutz-Barrieren (etwa bis 2 m Höhe möglich) ist die Mauerkrone mindestens 50 cm über dem Bemessungshochwasserspiegel anzulegen. Durchgänge können z.B. ähnlich den Türabschottungen mit Balken aus Leichtmetall-Kastenprofilen, in U-Schienen geführt, hergestellt werden. Entscheidend sind für die Dichtigkeit die zwischen den Einzelteilen angebrachten Dichtungsprofile, die Bodendichtung und die Verpressung dieser Bauteile gegen den Boden. Es sind die üblichen Nachweise bezüglich Standsicherheit, Kippen, Gleiten, Setzungen, Erosion, hydraulischem Grundbruch und Dichtigkeit zu erbringen.

5.8.1 Measures to be taken before the flood

Flood-adapted planning is applicable to: access routes, garages and parking areas, service shafts, property enclosure fencing, greenhouses, low-lying courtyard and terrace areas and also all above- and below-ground equipment, wiring or piping found in this area.

With commercial and industrial operations, outside installations may need to be considered and secured separately to prevent environmental damage or health risks.

Recommendations

- Constructions or garden elements which could be dam up water and which lie across the direction of flow should be avoided; for example, dense hedges, narrow-meshed or compact-structured fences, walls without through-holes. It should be considered that planning must include drainage of the property and safeguards against backwater.
- Landscaping measures should include elevated areas to make it possible for water to flow away harmlessly. As protection against erosion and to prevent washing out and scouring, as little as possible of the area should have exposed soil. Constructions should be secured against buoyancy – ponds on impermeable membranes, for example.
- To allow surface water to seep away, access paths, paved roads and approaches, areas covered with stone paving setts or wooden paving blocks with permeable joints, grille blocks and similar shaped elements, special percolation bricks and even gravelled areas should be provided with a permeable substratum by desealing. The requirement for as little sealing as possible should be included in the application for building approval. In areas with good water storage properties such as thick, highly permeable soils and a highly permeable bedrock the effect of little sealing is greater than in areas with thin soils and low-permeable solid rock.
- With flood protection barriers (which can be up to 2 m high) the top of the wall should be at least 50 cm above design flood level. Passages through the barrier can, for example, be designed similar to doorway sealing systems which use box-profile light metal beams dropped down into vertical slots. What is of decisive importance to watertightness is the sealing strips fitted between the individual parts, the seal with the ground and the downward pressure of these components on the ground. The usual evidential documents will need to be supplied as regards structural stability, toppling, slipping, settling, erosion, seepage failure

Hochwasser-Sonderdruck

Schutzwände, die auf besonders wasserdurchlässigem Boden errichtet werden, verlieren sehr stark ihre Wirkung, wenn das Niederschlagswasser seinen Weg durch das Erdreich (Tunneleffekt) suchen kann.

- Bei tiefliegenden Hof-/Terrassenflächen muss neben der eigenen Regenwassereinzugsfläche auch mit Wasserzustrom aus den umliegenden Flächen gerechnet werden. Kanalrückstau und große Niederschläge treten in der Regel gleichzeitig auf, sodass bei geschlossenen Rückstauverschlüssen an den Hofabläufen mit einem Übertritt des ansteigenden Wassers an den Schwellen vor Gebäudeöffnungen (Türen, Kellerfenster) gerechnet werden muss. Hofabläufe oder Entwässerungsrinnen solcher Flächen sollen an eine automatische Hebeanlage für leicht verschmutztes Abwasser angeschlossen und jährlich mehrmals einer Funktionsüberprüfung unterzogen werden. Im gewerblichen Bereich sind die Wartungsintervalle zu erhöhen.
- Hausanschlussschächte für Hebeanlagen usw. sind gegen Aufschwimmen und Eindrücken durch Grundwasser zu schützen. Die Rückstauschleife der Druckwasserleitung kann gegebenenfalls innerhalb des Gebäudes bis über die Bemessungshochwasserlinie geführt werden. Ist dies nicht möglich, soll mit der Genehmigungsbehörde vereinbart werden, dass die Rückstauschleife in üblicher Höhe der Rückstauebene geführt wird und bei Gefahr von Hochwasser über Flanschverbindungen bis über die Höhe der Bemessungshochwasserlinie geführt werden kann.
- Wasserentnahmestellen können durch Treibgut beim Hochwasser beschädigt oder abgerissen werden. Während eines Hochwassers muss die gesamte Trinkwasser-Zuleitung zum Außenbereich abgesperrt sein.
- Öllagerbehälter sowie Flüssigkeits- oder Gasbehälter, die sowohl unter- als auch oberirdisch angelegt sein können, müssen dem äußeren Wasserdruck (Beulen) standhalten und sind auftriebssicher durch Halterungselemente (Bodenanker) zu verankern (Ketten, Flachstahlbügel in Betonklötzen verankert). Ob Bodenanker gesetzt werden können, kann nur im Einzelfall vor Ort geklärt werden. Ebenso sind alle Anschlüsse oder Befüll- und Auslassöffnungen mit geeigneten wasserdichten Verschlussmechanismen zu versehen, um ein Eindringen von Wasser zu verhindern. Das Ende des Behälterentlüftungsrohres muss über den Hochwasserspiegel reichen. Gegebenenfalls sind Verlängerungsaufsätze vorzuhalten. Die Zuleitung zum Ölbrenner ist mit einem Ventil zu versehen, das bei Wasseransammlungen automatisch

and watertightness. Protective walls built on highly permeable ground lose a very high proportion of their effectiveness if the precipitation water can find its way through via the soil (tunnel effect).

- In the case of low-lying courtyard and terrace areas not only their own precipitation area but also water flowing in from surrounding areas must be taken into account. Sewage backflow and heavy rainfall usually occur simultaneously which means that if backflow stop valves at the courtyard outlets are closed we must expect the rising water to overtop the thresholds or sills of building openings (doors, cellar windows). Courtyard outlets or drainage gulleys in such areas should be connected to an automatic wastewater ejector for slightly contaminated wastewater and a functional inspection carried out annually. In the commercial sector inspections should be more frequent.
- Household connection ducts for wastewater ejectors and so on must be protected against floating and being compressed by ground-water. The backflow loop of the pressure water pipe can, if necessary, be routed inside the building to above the design flood level. If this is not possible, agreement should be reached with the building inspector that the backflow loop can be routed at the usual height of the backwater level and in the event of a flood risk rerouted via flanged connections to above the height of the design flood level.
- Water intake points can be damaged or torn away by material entrained by the floodwater. During a flood event, the entire drinking water feed line must be sealed off from the outside.
- Oil storage tanks and tanks containing liquid or gas, which may be installed both below and above ground, must withstand the external water pressure (collapse) and must be anchored against buoyancy by hold-down elements (ground anchors), such as chains or flat-steel stirrups embedded in concrete blocks. Whether ground anchors can be used will need to be clarified on the spot on a case to case basis. All connections and filling or draining openings must be equipped with suitable watertight closing mechanisms to prevent water getting in. The end of tank venting pipes must extend to beyond the height of the flood level. Extension sets should be kept on hand, if necessary. The feeder line to the oil burner should be fitted with a valve which closes automatically when water accumulates. When sizing connection and

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

schließt. Bei der Bemessung der Anschluss- und Halterungselemente ist ein leerer Behälter anzunehmen und eine 1,5-fache Sicherheit gegen Auftrieb ist zu gewährleisten.

- Für hochwassergefährdete Garagen gelten die gleichen Ausführungsgrundsätze, wie für die Gebäude. Elektrische Einrichtungen und Installationen sind mit ausreichendem Bodenabstand anzuordnen, die hochwasserangepassten Installationen nach Abschnitt 5.1 sind zu beachten. Hochwassergefährdete Garagen dürfen nie als Abstellraum genutzt werden. Hat eine Garage einen direkten Zugang zum Hauptgebäude, muss diese Tür (druck)wasserdicht sein.

Außensteckdosen, Schalter, elektrische Heizgeräte, Außenbeleuchtung u. Ä. müssen von der Elektroinstallation des Hauptgebäudes freischaltbar sein und sollen durch einen Fehlerstromschutzschalter zusätzlich abgesichert sein. Video- und Türsprechanlagen sowie Alarmanlagen müssen ebenfalls vom Stromnetz des Hauptgebäudes trennbar sein.

- Müllbehälter (Eimer, Tonnen, Großbehälter) können bei Hochwasser aufschwimmen und Schäden verursachen.
- Sicherung von Gartenmöbeln, Geräten, Pflanzenkübel usw. gegen Abschwemmung durch Vorhalten von hochwasserfreien Lagermöglichkeiten oder durch entsprechende gefahrlose Befestigung

5.9 Aufzuganlagen

Grundsätzlich sollen in vom Hochwasser gefährdeten Gebäuden die Aufzugmaschinenräume im obersten Stockwerk oder auf dem Dach errichtet werden. Hydraulische Aufzugantriebe mit unten liegenden Steuerungen und Einrichtungen sind zu vermeiden.

In den Unterfahrten sind die Böden mit Gefälle zu einer Vertiefung für eine Tauchpumpe auszuführen. Die Stromversorgung für die mobile Pumpe soll aus den höher gelegenen, sicheren Stockwerken erfolgen. Vorgeschriebene Schachtbeleuchtungen sind im gefährdeten Bereich wasserdicht auszuführen, Wartungsschalter und -steckdosen sind hier zu vermeiden.

Die Rufeinrichtungen sollen in diesem Bereich getrennt abschaltbar sein, damit bei einer längeren Störung der Aufzuganlage diese im nicht überfluteten Bereich gegebenenfalls weiter betrieben werden kann.

5.9.1 Maßnahmen vor dem Hochwasser

Die Aufzugkabinen sind bei Hochwassergefahr in eine Position über die zu erwartende Hochwasserlinie

mounting elements, an empty container should be assumed and 150 % safety with respect to buoyancy must be ensured.

- The same design principles apply to flood-endangered garages as to the building. Electrical equipment and wiring must be installed with adequate ground clearance; flood-adapted wiring systems as per Section 5.1 should be noted. Flood-endangered garages should never be used for as storage spaces. If a garage has direct access to the main building, its door must be watertight, even to water under pressure.

It must be possible to disconnect outside power outlet sockets, switches, electric heaters, outdoor lighting and the like from the wiring system of the main building. They should also be additionally protected by a residual-current-operated circuit-breaker. Video camera and door intercom systems and also alarm systems must also be disconnectable from the main building power network.

- Waste containers (buckets, barrels, large containers) can float away during a flood and cause damage.
- Garden furniture, gardening equipment, planters and so on should be secured against floating away by using non-flooding storage facilities or by fastening them down safely.

5.9 Lifts

As a basic rule, in buildings at risk of flooding the lift machine rooms should be located on the top floor or on the roof. Hydraulic lift drives with control units and equipment at the bottom should be avoided.

In the bottom of the lift well, floors should slope down towards a pit for an immersion pump. The power supply for the movable pump should be routed out of the higher floors of the building which are not at risk of flooding. The required lift well lighting must be of watertight design in the endangered area and here maintenance switches and power outlet sockets should be avoided.

It should be possible to disconnect separately the lift call panels in this area so that if there is an extended period of problems with the lift it will still be possible, where applicable, to keep it operating on the floors not affected by flooding.

5.9.1 Measures to be taken before the flood

In the event of a flood threat, the lift cars should be moved to a position above the expected floodwater

Hochwasser-Sonderdruck

zu fahren. In der Regel sind dann auch die Gegengewichte geschützt. Die Aufzuganlage ist elektrisch abzuschalten.

5.9.2 Maßnahmen nach dem Hochwasser

Falls die unteren Geschosse überschwemmt wurden, sind die Unterfahrten leer zu pumpen.

Das Schienensystem und die Zugangstüren, insbesondere deren Antriebe sind von der Aufzugwartungsfirma zu kontrollieren, gegebenenfalls instand zu setzen oder auszutauschen.

Ob vor der Wiederinbetriebnahme eine offizielle Abnahme erforderlich ist, muss mit der zuständigen Behörde geklärt werden.

5.10 Leitungsdurchführungen innen/außen – Durchdringungen

5.10.1 Maßnahmen vor dem Hochwasser

Durchdringungen der wasserundurchlässigen Bauteile werden sich nicht immer vermeiden lassen. So sind z.B. Rohrleitungen der Fernwärme, Wasserversorgung, Entwässerung und Elektro-Kabel durch die wasserundurchlässigen Gebäudewandungen und Sohlen zu führen. Diese Durchdringungen sind wasserundurchlässig auszuführen. Überall dort, wo verschiedene Materialien mit unterschiedlichen Materialeigenschaften zusammengeführt werden, kann dies zur Ursache für das Eindringen des Wassers werden.

Häufig finden sich genau an diesen Stellen die Gewerkeübergänge. Ein sorgfältiges Einbinden dieser sensiblen Schnittstellen in Planung und Ausführung ist erforderlich.

Kabel- und Rohrdurchführungen sollen zu Gruppendurchführungen zusammengefasst werden, wenn sie auf eng begrenztem Raum in größerer Anzahl auszuführen sind. Auf diese Weise erreicht man im Allgemeinen für die Abdichtungsfachfirma erheblich günstigere Verhältnisse für die Abdichtungsanschlüsse. Damit verringert sich auch das Fehlerrisiko bei der Ausführung der ohnehin schwierigen Detailarbeiten. Daher ist bei Rohrdurchführungssystemen auf besondere Sorgfalt in der Auswahl des Systems und dessen ordnungsgemäßen Einbau zu achten.

Häufig treten bei der Sicherung der Einleitungspunkte von Rohrleitungen gegen Wasser zusätzliche systemabhängige Faktoren auf:

- Die Rohrleitungen weisen thermisch bedingte Rohrbewegungen auf, die auch im Bereich der Durchführungen auftreten.
- In Abhängigkeit von der Rohrdimension und dem damit verbundenen Gewicht führen Verlegefehler

level. This will usually protect the counterweights as well. The lift system should be disconnected electrically.

5.9.2 Measures to be taken after flooding

If the lower floors had flooded, the well bottom should be pumped dry.

The guide-rail system and the access doors, especially their drives, should be inspected by the lift maintenance contractors and repaired or replaced as necessary.

Whether official acceptance is required before the lift returns to service will need to be clarified with the relevant authorities.

5.10 Internal and external pipe and cable penetrations

5.10.1 Measures to be taken before the flood

Penetrations of water-impermeable components cannot always be avoided. For example, pipes for district heat, water supply, drainage and also cable conduits must be routed through water-impermeable building walls and ground slabs. These penetrations must be constructed so as to be watertight. Anywhere where different materials with different material properties are brought together this can be the cause of water penetrating.

Frequently it is precisely at these points that trade boundaries occur. Careful inclusion of these sensitive interfaces is required in planning and in execution.

Cable and pipe penetrations should be grouped together into group penetrations if they are to be installed in a restricted space or in relatively large numbers. In this way it is possible to make conditions a lot easier for the sealing contractors as regards sealing the connections. This also reduces the risk of mistakes when carry out detailed work which is difficult enough as it is. For this reason, with pipe penetration systems special care should be taken in selecting the system and installing it properly.

In many cases, additional system-dependent factors will arise when protecting pipe entry points against water:

- Due to thermal influences the pipes are subject to movements which also occur in the area of the wall penetrations.
- Depending on the size of the pipe and the associated weight, pipe-laying mistakes and unforeseen

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

und unvorhersehbare Bodeneigenschaften häufig zu Setzungen und Bewegungen der Rohrleitung.

- Die Abdichtung muss äußerst sorgfältig vorgenommen werden, um Isolier-, Dämmstoff- oder Kunststoffmantel nicht zu beschädigen
- Zwischen Mantel- und Medienrohr muss ein Nachdichten oder Auswechseln der durchzuführenden Rohre und Kabel unabhängig von der Bauwerksabdichtung jederzeit möglich sein.

Durch die Verbundtechnik überträgt sich sowohl die axiale Ausdehnung als auch die Querschnittsvergrößerung, hervorgerufen durch wechselnde Temperaturen des Mediums, vom Medienrohr auf das Mantelrohr und das umgebende Erdreich.

Es sollen daher nur frei expandierende Systeme ohne kraftschlüssige Verbindungen angewendet werden. Trotzdem bleibt die Ausdehnung ein wesentlicher Faktor. So lassen sich vor allem die großen Rohrbewegungen bei der Erstinbetriebnahme durch geeignete Vorspannverfahren reduzieren.

Es ist immer damit zu rechnen, dass im Bereich der Bauwerksdurchführung je nach Gegebenheiten laterale, angulare, radiale und axiale Rohrbewegungen von wenigen Millimetern bis einigen Zentimetern auftreten. Dadurch ist die Wahl der geeigneten Abdichtungsmethoden im Wand/Sohlendurchführungsbereich besonders wichtig. Das anstehende Wasser erfordert eine besonders wirksame Abdichtung der Rohrdurchführung gegen drückendes Wasser. Da der umgebende bindige Boden „weich“ ist oder wird, erfährt die gesamte Leitung mit der Zeit eine zunehmende Setzung, deren Größe von der Konsistenz des umgebenden Bodens abhängt. Das Setzungsproblem tritt besonders bei nicht fach- und sachgerechter Ausführung der Baugrubensohle auf, wie leider trotz detaillierter Verlegerichtlinien der Rohrhersteller immer wieder zu beobachten ist. Die Einbettungszone muss ausreichend verdichtet sein.

Für die Bauwerksabdichtung ist DIN 18195 zu beachten.

Ausführliche konstruktive Hinweise zur Frage der Abdichtungen enthält [9].

Stemmarbeiten für Aussparungen und das nachträgliche Einsetzen der Durchdringungen in die Wand sind auf jeden Fall nicht zulässig. Das spätere Durchschieben der Rohrleitung ist möglich, jedoch nur nach vorherigem Bohren mit Diamant-Bohrkronen.

ground properties frequently result in settlement and movement of the pipe.

- Sealing must be carried out with extreme care so as not to damage electrical insulation sheathing, thermal insulation sheathing or plastic sheathing
- Between the casing pipe and the services pipe it must be possible at any time to reseal or replace the pipes and cables and independently of the waterproofing of the building structure.

Due to the joining technique used, not only axial expansion but also the cross-sectional expansion caused by changing temperatures of the medium are transferred from the services pipe to the casing pipe and the surrounding soil.

For this reason only those systems should be used which can expand freely and which do not involve mechanically interlocking connections. Notwithstanding this, expansion remains a major factor. Accordingly, large-scale pipe movements in particular can be reduced at initial start-up by the use of suitable prestressing methods.

It should always be considered that, depending on conditions in the area of the building structure penetrations, lateral, angular, radial and axial pipe movements ranging from a few millimetre to a few centimetres may occur. This means that choosing suitable sealing methods in the wall or slab penetration areas is particularly important. The ground-water situation calls for particularly effective sealing of the pipe penetration against ground water. Since the surrounding cohesive ground is or becomes “soft”, with time the entire pipe experiences increasing settling to an extent which depends on the consistency of the surrounding soil. The settling problem occurs particularly when the foundation pit base was not prepared as it should be (both technically and in relation to the particular site), something which is constantly encountered, despite the existence of detailed installation guidelines being available from the pipe manufacturers. The bedding zone must be sealed adequately.

For information on the waterproofing of buildings, see DIN 18195.

Detailed design information on the question of seals may be found in [9].

Knocking out through-holes with a chisel and subsequently inserting sleeves in the wall is not permissible under any circumstances. The pipe may be pushed through in a later operation but only following drilling of the wall penetration with diamond drill bit.

Hochwasser-Sonderdruck

Es gibt mehrere Möglichkeiten für Kabel- und Rohrdurchführungen, und zwar durch das vorherige Einbetonieren von:

- Spezial-Kabel- und Rohrdurchführungen (Bild 4)
- Flanschrohr (Bild 5)
- Mantelrohr (Bild 6)
- Bohrungen (Bild 7)

Bild 4 bis Bild 7 zeigen die Kabel- und Rohrdurchführungen bei wasserundurchlässigen Bauteilen. Diese Art der Durchführungen soll nur bis zu Wasserdruckhöhen von weniger als 1 m gewählt werden.

Bei Mantelrohren und Bohrungen wird später die Rohrleitung durchgeschoben. Der Zwischenraum zwischen Wand und Leitung wird mit Dichtungsmaterial verschlossen und abgedichtet. Dies ist der Schwachpunkt bei diesen Ausführungen, weil die Arbeiten sehr zuverlässig nach den Herstellerangaben erfolgen müssen, wichtig ist die Beständigkeit des Dichtungsmaterials.

There are several different methods for passing cables and pipes through walls once one of the following has previously been embedded with concrete:

- special cable and pipe penetrations (Figure 4)
- flanged pipe (Figure 5)
- sleeve (Figure 6)
- drilled holes (Figure 7)

Figure 4 to Figure 7 show cable and pipe penetrations in the case of water-impermeable components. This type of penetrations should only be selected for water pressure levels of less than 1 m.

When the hole and sleeve method is used, the pipe is pushed through later. The space between the wall and the pipe is filled with sealing material and then sealed. This is the weak point of these methods since the manufacturer's instructions must be carried out very closely. The durability of the sealing material is also important.

Hochwasser-Sonderdruck

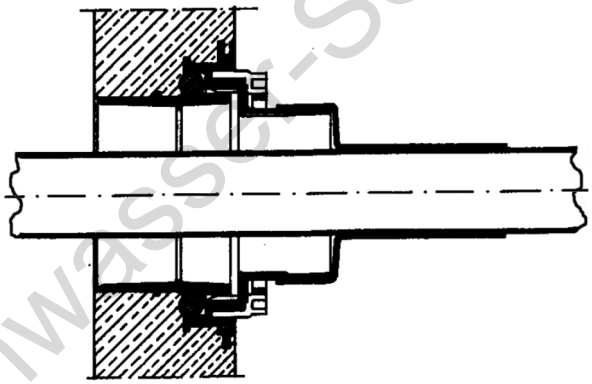


Bild 4. Spezial-Rohrdurchführung mit Dichtpackung (z.B. System HD 125 Hauff)

Figure 4. Special pipe penetration with sealing packing (Hauff system HD 125, for example)

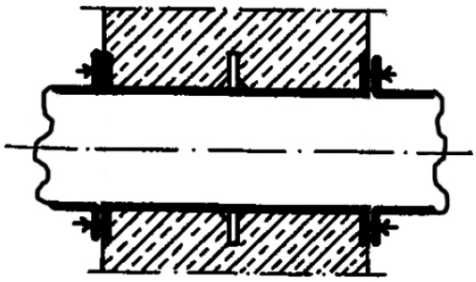


Bild 5. Flanschrohr mit Dichtflanschen

Figure 5. Flanged pipe with sealing flange

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

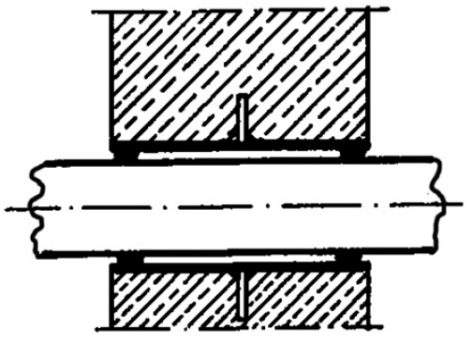


Bild 6. Mantelrohr mit Abdichtung durch Dichtmaterial

Figure 6. Sleeve sealed by sealing material

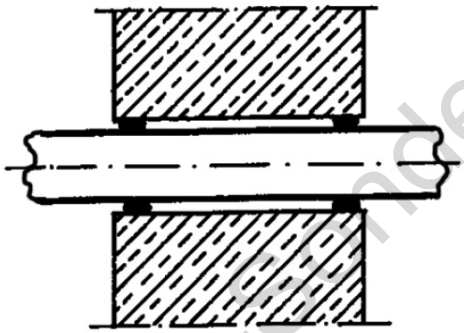


Bild 7. Wandbohrung mit Abdichtung durch Dichtmaterial für Wasserdruckhöhen bis $h_D \leq 1$ m

Figure 7. Wall penetration sealed by sealing material for water pressure levels up to $h_D \leq 1$ m

HDI-Wasser-Sonderdruck

Bei Flanschrohren wird die Rohrleitung dichtend angeflanscht. Hierbei handelt es sich um eine starre Verbindung, die gegen Bewegungen sehr empfindlich ist, z.B. bei Setzungen des Bodens im Bereich der Baugrube. Damit der Abdichtfachfirma kein Fehler beim Anschluss der Flächenabdichtung unterläuft, muss der Abstand der Festflanschaußenkante von Kehlen und Kanten mindestens 30 cm betragen.

Labyrinthdichtungen eignen sich zum Schutz vor Erdeintritt und Bodenfeuchtigkeit. Die axialen Bewegungen des Rohres können aufgenommen werden. Wichtig ist die exakte Dimensionierung des Futterrohres bzw. der Kernbohrung, um die Dichtigkeit durch ein ausreichend großes Anpassen der Lamellen auf das Rohr zu gewährleisten.

Dichtungssätze für Kunststoffmantelrohre, Bild 8, haben ein besonders breites Dichtgummi von geringer Shorehärte und lassen gleichzeitig eine axiale Ausdehnung der Rohre zu.

In the case of flanged pipes the pipe is flanged on so that it is thus sealed. This is a rigid connection which is very sensitive to movement, such as the ground setting in the area of the foundation pit. To avoid the sealing contractors making mistakes when installing the surface sealing, the distance between the outside face of the fixed flange from grooves and edges must be at least 30 cm.

Labyrinth seals are suitable as protection against soil getting in and ground moisture. The axial movements of the pipe can be absorbed. Exact sizing of the casing pipe or of the cored hole is important for ensuring a good seal by a sufficiently close fit of the fins against the pipe.

Sealing kits for plastic casing pipes (Figure 8) have a particularly wide rubber seal of low Shore hardness and they simultaneously permit axial expansion of the pipes.

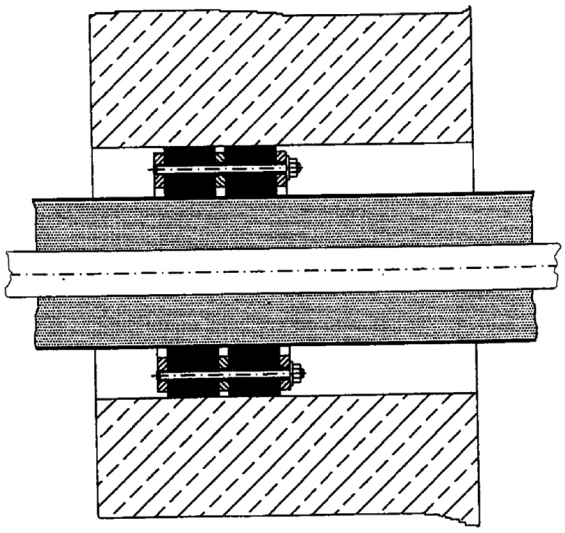


Bild 8. Dichtungseinsätze für gewellte Kunststoffmantelrohre haben ein besonders breites Dichtgummi von geringer Shorehärte Die dargestellte Abdichtung zeigt beispielhaft ein System der DOYMA GmbH & Co., das gegen drückendes Wasser eingesetzt wird.

Figure 8. Sealing inserts for corrugated plastic casing pipes have an especially wide rubber seal of low Shore hardness. The example shown here is a system from DOYMA GmbH & Co. which is used to exclude ground-water.

Hochwasser-Sonderdruck

Eine spezielle Art der Rohrdurchführungen in Bauwerkssohlen sind Brunnentöpfe aus schweißbarem Stahl für nahezu jeden Durchmesser. Sie dienen zur Durchführung von z.B. Pumpenrohren. Nach dem Herstellen des Brunnentopfes verschließt ein Deckel wasserdicht das stählerne Mantelrohr.

Bild 9 zeigt einen wasserdichten, mindestens zweilagig verschweißten Deckel. Nach Einbau des Deckels wird dann die Anpassung für den Brunnentopf in der Sohle geschlossen.

Es gibt keine Vorschriften zur Prüfung der Dichtigkeit und damit zur Sicherstellung der Tauglichkeit von Leitungsdurchführungen und damit angeblich wasserundurchlässiger Bauwerke.

Die Prüfung der Dichtheit kann durch ein Gerät (EvacuTec) erfolgen, bei dem über eine Vakuumpumpe mit dazugehörigen Adaptern, die in Form und Größe auf das jeweilige Prüfobjekt abgestimmt sind, ein definiertes Vakuum erzeugt wird und aus der Differenz des tatsächlichen anliegenden Unterdruckes im Verhältnis zu seinem gegebenen Sollwert schnell und vor allem zerstörungsfrei mögliche Schwachstellen lokalisiert werden können.

Es gibt spezielle Rohr- und Kabeldurchführungen, die eine nachträgliche Montage an bereits verlegten Rohren und Kabeln ermöglichen.

Für die nachträgliche Abdichtung von erdreichberührten Bauteilen von innen her aus den Räumen gibt es mehrere Methoden (vgl. [11]).

One special kind of pipe penetration in building slabs are well pots made of weldable steel and available in virtually any diameter. They are used for passing pump pipes through, for example. Once the well pot has been prepared, a lid closes off the steel casing pipe so that it is watertight.

Figure 9 shows a watertight lid welded with at least two passes. Following fitting of the lid the adapter for the well pot in the slab is closed off.

There are no regulations for inspecting watertightness and thus for ensuring the practical qualities of pipe and cable penetrations and thus of apparently water-impermeable building structures.

Inspection of watertightness can be done with a device (EvacuTec) whereby a defined underpressure is generated by a vacuum pump with the corresponding adapters whose shape and size matches the test object. From the difference between the actual underpressure and the specified reference value it is possible to locate possible weak points quickly and, more importantly, do so non-destructively.

There are special pipe and cable penetrations which can be fitted to pipes and cables which are already installed.

Several methods exist for subsequent sealing of components in contact with the earth, doing so from the inside from rooms in the building (cf. [11]).

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

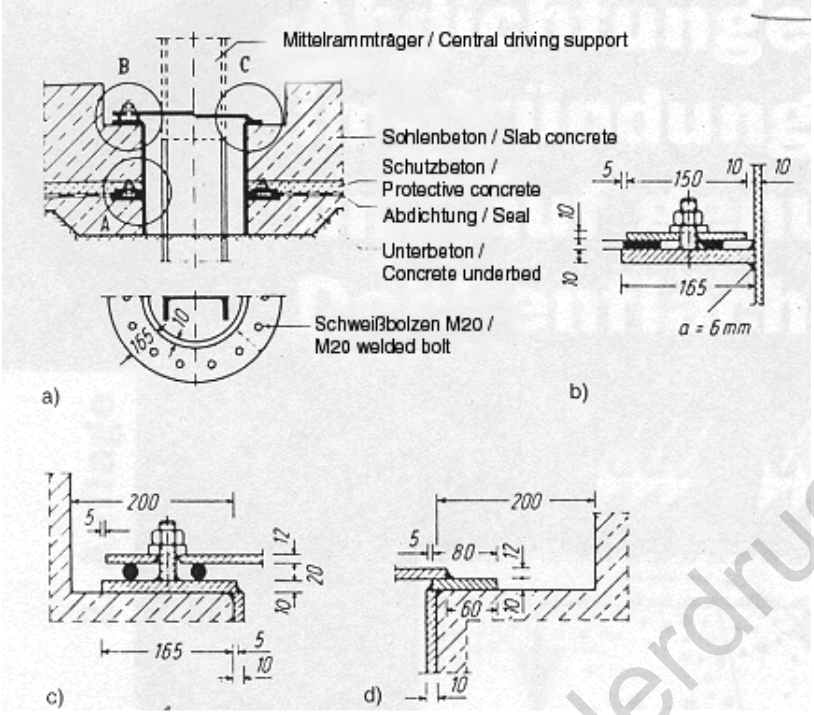


Bild 9. Brunnentopf in geschweißter Ausführung nach [10]
a) Übersicht mit Aufsicht auf Detail A
b) Anflanschung einer Bitumenabdichtung (Detail A)
c) Deckelabdichtung mit Elastomerschnüren (Detail B)
d) Deckeldichtung durch Schweißung (Detail C)

Figure 9. Well pot, welded type as per [10]
a) General view with top view of Detail A
b) Flanged connection of bitumen damp-proofing (Detail A)
c) Lid seal using elastomer cord (Detail B)
d) Lid sealed by welding (Detail C)

Hochwasser-Sonderdruck

Injizieren von Flüssigkunststoffen (z.B. Acrylatgel, Polyurethan) durch Bohrungen in Bodenplatte bzw. Wänden in das anliegende Erdreich (Schleierinjektionen):

- Horizontalsperren in Wänden oberhalb der Bodenplatte zur Verhinderung von aufsteigender Feuchtigkeit
- dauerhafte Abdichtung von druckwasserführenden Trennfugen bzw. Rissen durch zweistufige Injektion mit Polyurethanschaum und -harz

Anmerkung: Innenseitige Abdichtungen sind von der Wassereinwirkungsseite abgewandt und besonders bei drückendem Wasser problematisch.

5.10.2 Maßnahmen nach dem Hochwasser

Nach einem Hochwasser sind alle Leitungsdurchführungen im Innern eines Gebäudes daraufhin zu kontrollieren, ob es Undichtigkeiten gegeben hat. Falls solche festgestellt werden, sind die Rohrdurchführungen außerhalb des Gebäudes freizulegen und von einem Fachunternehmen instand zu setzen bzw. auszutauschen.

Injection of liquid plastics (such as acrylic gel or polyurethane) through holes drilled through the floor slab or walls and into the ground (curtain injection):

- horizontal barrier layers in walls above the floor slab in order to prevent dampness from rising
- permanent sealing of joints or cracks in which ground-water can move by two-stage injection with polyurethane foam and resin

Note: Sealing on the interior side is on the other side to where the water “attacks” and this is especially problematic with ground-water.

5.10.2 Measures to be taken after flooding

After a flood all of the pipe and cable penetrations in the interior of a building should be checked to see whether there have been any leaks. If so, the pipe penetrations outside the building will need to be uncovered and repaired or replaced by a specialist contractor.

5.11 Kommunikationsnetze Alarmschaltung

Anzeigen des Hochwassers

Im Falle einer Überflutung von Objekten ist es wichtig, dass die Kommunikationseinrichtungen weiterhin in Betrieb bleiben, damit Informationen über die aktuelle Hochwasserlage eingeholt werden können.

Bei Gebäuden, die nicht durch Abdichtungsmaßnahmen vor dem Wassereindringen geschützt sind, können die Funktionstüchtigkeit und die Sicherheit der Kommunikationsanlagen durch folgende Maßnahme verbessert werden:

Wirksamste Vorsorgemaßnahme ist die erhöhte Anordnung der Kommunikationsanlagen über der Hochwasserlinie (größer gleich 0,5 m), das heißt der Übergabepunkt, die Betriebsmittel sowie die Installation sind nicht in dem flutgefährdeten Bereich vorzusehen.

Von einem höher gelegenen Geschoss aus kann dann zumindest ein Teil des Gebäudes weiter versorgt werden. Bis zu diesem Geschoss ist die Installation der wichtigen Betriebsmittel (Telefonanlagen usw.) in IPX7 (zeitweiliges Untertauchen in Wasser < 30 Minuten), bzw. IPX8 (Schutz gegen dauerndes Untertauchen in Wasser) auszuführen.

5.11.1 Maßnahmen vor dem Hochwasser

Geräte, die aus betrieblichen Gründen im hochwassergefährdeten Bereich benötigt werden, sollen bei Gefahr, z.B. durch Steckverbindungen, deinstalliert werden können.

Als wirkungsvoller Schutz gegen Schädigung durch Korrosion von metallischen Bauteilen beim Einwirken von Nässe während eines Hochwassers, hat sich die Anwendung von Ölen und Fetten unterschiedlicher Viskosität bewährt (z.B. Kriechöle). Elektrische Kontakte, die vor einem Hochwasser nicht demontiert oder anderweitig geschützt werden können, sollen mit einem Korrosionsschutz (Kontaktspray) behandelt werden. Bei Anwendung der oben genannten Produkte sind die in Tabelle 2 genannten Vor- und Nachteile zu beachten.

Die hochfluiden Kriechöle sind außerdem in der Lage, nach einem Hochwasserereignis die Restfeuchtigkeit an elektrischen und elektronischen Bauteilen zu unterwandern und die Bauteile gegen Nässe zu isolieren. Hierdurch kann die Trocknungszeit erheblich verkürzt werden und eine schnellere Wiederinbetriebnahme der Anlage erfolgen.

Leerrohre für spätere Erweiterungen oder Nutzungsumwidmungen eines Gebäudes sind grundsätzlich wasserdicht zu verschließen.

5.11 Communications networks and alarm circuit

Flood signalling

In the event of buildings being flooded it is important that communications systems remain in operation so that information about the current flood situation may be obtained.

In the case of buildings which are not protected against water penetration by sealing measures, the functional capabilities and safety of the communications installations can be improved by the following action:

The most effective precaution is to locate communications installations above the floodwater level (0,5 m or more). In other words, the transfer point, the electrical equipment and also the wiring should not be in the area at risk of flooding.

If this is done, at least part of the building can then still use communications facilities routed from a higher floor. Up to this floor of the building, the wiring for the important electrical equipment (telephone systems and so on) must satisfy IPX7 (temporary submersion in water < 30 minutes) or IPX8 (protection against continuous submersion in water).

5.11.1 Measures to be taken before the flood

In the event of an imminent danger it should be possible to disconnect and remove (by means of plugged connections, for example) items of equipment which are required in the flood-endangered area for operational reasons.

One effective means of protection against corrosion damage to metal components due to the effects of wetness during a flood event is to use oils and greases of various viscosities (creep oils, for example). Electrical contacts which cannot be removed or otherwise protected before a flood should be treated with a corrosion protection agent (contact spray). If products of these types are used, the advantages and disadvantages listed in Table 2 should be noted.

Highly fluid creep oils are also able, after a flood event, to infiltrate beneath the residual moisture in electrical and electronic components and isolate the components against wetness. This allows a considerable reduction in drying times and faster restoration of equipment to service.

Pipes left empty for subsequent system expansion or changes in building use must be sealed watertight.

Hochwasser-Standard.de

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

Es ist zu prüfen ob die Betriebsmittel in den überfluteten Räumen ausreichend geschützt sind oder, falls vorgesehen, entfernt werden können.

Gegen Eindringen von Grundwasser bei Hausanschlüssen sind Kabel-Außenwanddurchgänge druckwasserdicht auszubilden, siehe Abschnitt 5.10.

5.11.2 Maßnahmen nach dem Hochwasser

Die während des Hochwassers überfluteten Bereiche der elektrischen Kommunikationsanlagen und Betriebsmittel sind durch einen Fachbetrieb zu überprüfen, gegebenenfalls instand zu setzen und in Betrieb zu nehmen, nachdem die Schäden ermittelt wurden.

5.12 Hochwasserpumpanlagen stationär/mobil

Auf jeden Fall soll mit entsprechenden Maßnahmen vorgesorgt werden, im Falle eines Hochwassers den Schaden so gering wie möglich zu halten.

Überschwemmungsgefährdete Bauteile, bei denen trotz der zuvor beschriebenen Maßnahmen mit eindringendem Wasser zu rechnen ist, können mit entsprechend ausgelegten Unterwasserpumpen geschützt werden. Diese können fest installiert sein oder im Gefahrenfall angeschlossen werden. Für die Pumpenschächte gibt es die Möglichkeit, vor Ort betonierte Gruben oder Kunststofffertigschächte im Kellerboden einzulassen. Die Schächte müssen dicht und abgedeckt sein.

Es werden Pumpen mit größeren freien Durchgängen von 20 mm bis ca. 40 mm Kugeldurchmesser empfohlen. Es ist darauf zu achten, dass die Pumpen automatisch ein- und ausschalten. Doppelpumpstationen sind nach DIN EN 12056-4 Abschnitt 5.1 vorgeschrieben, da es sich um ein Ereignis handelt, das nicht unterbrochen werden kann.

Im Überschwemmungsfall ist die Stromversorgung für den betroffenen Bereich abgeschaltet. Für den Betrieb der Hochwasserpumpanlagen ist die Stromversorgung wasser- und stoßgeschützt aus höher gelegenen, nicht gefährdeten Bereichen zu installieren.

In den Kellerräumen oder zumindest am tiefsten Punkt im Keller ist ein Schacht, mindestens 60 cm × 60 cm × 50 cm, für eine fest installierte oder mobile Tauchpumpe zweckmäßig, um das Wasser abzupumpen.

Die Wasserableitung nach außen kann in Sonderfällen über Schlauchleitungen bis über den Hochwasserspiegel erfolgen, um die zu diesem Zeitpunkt ohnehin überlastete Entwässerungskanalisation nicht weiter zu füllen.

A check should be made to see whether the electrical equipment in the flooded rooms is adequately protected or, if this is provided for, can be removed.

To prevent the ingress of ground-water through services connections, outside wall cable penetrations must not let in water under pressure (see Section 5.10).

5.11.2 Measures to be taken after flooding

Those parts of the electrically powered communications installations and equipment which were submerged during the flood event should be inspected by a specialist contractor, repaired, if necessary, and restored to service, once the damage has been identified and, if necessary, repaired.

5.12 Stationary/movable floodwater pumping units

In all cases the appropriate precautionary measures should be taken to keep damage as minimal as possible in the event of a flood.

Flood-endangered components where water penetration is expected despite the above-mentioned measures can be protected by correspondingly designed submersible pumps. These may be permanently installed or connected up in the event of the threat of flooding. For the pump shafts. these can be concrete pits built on the spot or ready-made plastic ducting let into the cellar floor. The shafts must be watertight and covered.

Pumps with larger unobstructed internal diameters of 20 mm to about 40 mm ball diameter are recommended. It should be ensured that the pumps switch on and off automatically. Double pumping stations are required by DIN EN 12056-4 Clause 5.1 since interruption of pumping cannot be permitted.

In the event of flooding, the power supply to the flooded area is switched off. For operation of the floodwater pumping units the power supply must be protected against water and impacts and be routed from higher areas of the building which are not at risk.

In the cellar rooms or at least at the deepest point in the cellar it is advisable to install a shaft measuring at least 60 cm × 60 cm × 50 cm for a permanently installed or a movable submersible pump to pump out the water.

In special cases the water can be taken outside the building in hoses up to above the flood level so as not to impose a further load on the sewage system which at this time will be overloaded anyway.

Hochwasser-Sonderdruck

Für Ölheizungsanlagen gilt: Wasser aus Kellern und Gebäuden kann ohne weitere Maßnahmen ins Freie, vorzugsweise in einen Kanaleinlauf gepumpt werden, sofern auf der Wasseroberfläche kein Öl bzw. keine Ölschlieren erkennbar sind und der Grundwasserspiegel sowie die Gebäudestatik dies zulassen.

Ist auf der Wasseroberfläche Öl erkennbar, soll das Wasser von der Feuerwehr oder einem entsprechenden Fachbetrieb über einen Ölabscheider abgepumpt werden. In überfluteten Räumen sollen in keinem Fall Ölbindemittel eingestreut werden, da sie das Abpumpen erschweren und zu Schäden an Pumpen führen können.

Abwasserkanäle so groß zu dimensionieren, dass sie alle eventuell anfallenden Abwassermengen beseitigen, ist technisch nahezu unmöglich, auf jeden Fall wirtschaftlich nicht vertretbar. Daher werden Abwasserkanäle nach den angeschlossenen Wohneinheiten bzw. Betrieben und regionalen Regenwasseranfällen so dimensioniert, dass es wirtschaftlich und auch technisch vertretbar ist. Trotzdem kann es vorkommen, dass Abwasserkanäle durch tektonische Ereignisse beschädigt oder durch Einleitung belasteten Abwassers beschädigt oder verstopft werden. Ein weiterer Grund für die Überfüllung eines Kanals bzw. Kanalsystems sind so genannte Jahrhundertregen und natürlich auch Hochwasser, das auch über die Gullys in den Kanal fließt. Bei so einem Ereignis steigt das Abwasser im gesamten Kanalnetz, nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren, bis zum Maximalwert der zuvor genannten Rückstauebene an. Ist ein Haus nun ohne Schutz am Kanalnetz angeschlossen, so wird der Wohnbereich unterhalb der Rückstauebene ins Kanalnetz mit eingebunden und füllt sich ebenso mit Abwasser falls nicht Rückstauverschlüsse dies verhindern.

Ist der ruhende Wasserspiegel in einem Geruchsverschluss eines Abwasserspenders unter dem Niveau der Rückstauebene, so sind Rückstaumaßnahmen wie Pumpstationen oder Hebeanlagen erforderlich. Für Räume mit untergeordneter Bedeutung wären natürlich auch Rückstauverschlüsse möglich, obwohl diese auf Grund der fehlenden Rückstauschleife nicht die größtmögliche Sicherheit bieten.

Oberflächenwasser fällt in der Regel außerhalb des Gebäudes an und aus Sicherheitsgründen ist es nicht erlaubt, dieses Oberflächenwasser in die im Gebäude befindliche Pumpenstation einzuleiten. Hier ist außerhalb des Gebäudes eine getrennte Pumpenstation erforderlich, die ebenfalls das Oberflächenwasser über die Rückstauebene hebt und dem Kanal zuführt. Ausnahmen sind Kleinstflächen (z.B. Kellerabgänge). Insgesamt sollen diese Flächen jedoch nicht größer als 5 m^2 sein. Die Hebeanlage von Ober-

As regards oil-fired heating systems, water can be pumped out of cellars and buildings without further ado into the open air, preferably into a sewer inlet, provided no oil or oil film can be seen and provided the ground-water level and the building stability permit this.

If oil can be seen on the surface of the water, the water should be pumped away via an oil separator by the fire brigade or by the appropriate specialist contractors. Under no circumstances should any oil binding agent be strewn in flooded rooms since this makes pumping out more difficult and can cause damage to the pumps.

To size building sanitary sewers large enough for them to cope with any quantities of waste water which might arise is virtually impossible technically and in any case unacceptable economically. For this reason building sanitary sewers are sized on the basis of the residential houses or businesses they serve and also the regional precipitation figures so as to create an economically and also technically acceptable solution. This notwithstanding, it can happen that sanitary sewers are damaged or blocked by tectonic events or by the introduction of contaminated waste water. Another cause of a sewer or the sewage system overfilling is the so-called 100-year rain event and naturally floodwater as well, which also flows via the gullies into the sewer. During an event of this kind the waste water rises in the entire sewage system, on the principle of communicating pipes, up to the peak value of the backwater level previously mentioned. Now if a house is connected without any protection to the sewage system, the living area beneath the backwater level will also be linked into the sewage system and will also fill with waste water since no backflow stop valves are installed to prevent this.

If the static water level in the trap of a wastewater contributor is beneath the level of the backwater level, backflow precautions such as pumping units or wastewater ejectors will be required. For rooms of secondary importance, backflow stop valves would, of course, also be possible although they do not offer the greatest possible security on account of the lack of a backflow loop.

As a rule surface water occurs outside the building and for reasons of safety it is not permitted to introduce this surface water into the pumping facility inside the building. This means that a separate pumping station outside the building will be necessary, which will also raise the surface water above the backwater level and feed it into the sewer. Exceptions are extremely small areas such as cellar entrances, although these areas should not exceed 5 m^2. Although the wastewater ejector for surface water from smaller ar-

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

flächenwasser kleinerer Flächen darf nach DIN 1986-100 Abschnitt 9.3.7.2 zwar im Gebäude installiert werden, aber getrennt vom häuslichen Abwasser. Es besteht sonst die Gefahr, dass Regenwasser über die Zulaufleitung bis zum Abwasserspender zurückstaut. Ferner ist auch hier eine Doppelanlage vorzusehen.

eas is permitted to be installed in the building according to DIN 1986-100 Clause 9.3.7.2 it must still be separated from the domestic waste water. If not, there is a risk of rainwater flowing up the incoming line as far as the wastewater contributor. The system here should also be duplicated.

6 Maßnahmen während des Hochwassers

Aktivieren des Notfallplans

Das Verhalten während des Hochwassers ist durch eine Vielzahl von Maßnahmen zur Schadensminderung gekennzeichnet. Die Reihenfolge und die Dringlichkeit der nachfolgenden Maßnahmen kann je nach Hochwasser- oder Grundwasserlage sowie Beschaffenheit und bereits vorgesehenem Schutz eines Objektes stark differieren.

Im Notfallplan sind alte und kranke Personen, die einer besonderen Versorgung bedürfen sowie alle schützenswerten und gefährlichen Güter in von Überflutung bedrohten Gebäuden und Außenbereichen zu erfassen:

- gefährliche Güter, die eine Kontaminierung bei Wassereinbruch verursachen können
- gegebenenfalls technische und elektronische Anlagen
- Materiallager, Einrichtungsgegenstände
- Maschinen, Fahrzeuge

6.1 Informationen

Örtliche Pegelstände, Grundwasserstände, Wetterlagen und Prognosen sowie Hinweise der Einsatzleitungen müssen regelmäßig eingeholt werden, um die individuelle Hochwasserlage für ein Objekt beurteilen zu können. Hierfür sind die erforderlichen Kommunikationsmittel (z. B. Rundfunk, Fernsehen, Telefon (Feuerwehr 112), Funk, Sirenen usw.) bereit zu halten und auf ihre Funktion zu prüfen.

6.2 Sicherstellen der Ver- und Entsorgung

Die Ver- und Entsorgung ist sicherzustellen, um einen wirkungsvollen Objektschutz zu gewährleisten. Hierzu zählen:

- Strom, Wasser, Gas, Wärme (z. B. Notstromaggregate, Gasheizung bereit stellen)
- Lebensmittel und medizinische Versorgung

6 Measures during the flood event

Activation of the emergency response plan

Behaviour during the flood event is characterized by a large number of damage reduction measures. There may be marked differences in the order and urgency of the following measures, depending not only on the flood or ground-water situation but also on the characteristics of a building and any protective measures already in place.

The emergency response plan must also cover old and sick people who require special care and attention, as well as all items worth protecting or which are potentially dangerous in buildings and outside areas threatened by flooding:

- dangerous goods which could cause contamination in the event of water inflow
- Building Services and electronic systems, if applicable
- material stores, furniture or fittings
- machines, vehicles

6.1 Information

Information must be obtained on a regular basis about local water level gauge heights, ground-water levels, current and forecasted weather, and also instructions from operational unit control points in order to be able to estimate the particular floodwater level for a building. This requires that the necessary communications equipment (for example, radio and television, telephone (fire brigade and emergency services), radio transmitter/receivers, sirens, and so on) be kept ready as well as checked to ensure it is working properly.

6.2 Securing incoming and outgoing services

Incoming and outgoing services must be secured if effective protection of the building is to be ensured. These services include:

- Electric power, water, gas, heat (emergency generating sets, gas heating, for example, should be kept ready).
- foodstuffs, beverages and medical supplies

Hochwasser-Sonderdruck

- Abfall und sanitäre Entsorgung (z.B. chemische Toiletten)
- ausführliche Hinweise zur Abwasserentsorgung (siehe Abschnitt 5.3)
- bei weiterproduzierenden Betrieben spezielle Ver- und Entsorgung

- Zugangsmöglichkeiten zum Objekt sicherstellen, gegebenenfalls Vorrichtungen für Stege und Anlegestellen montieren

Bei weiterproduzierenden Betrieben können gegebenenfalls weitere spezielle Maßnahmen zur Sicherstellung der Ver- und Entsorgung notwendig sein.

6.3 Auslagerung gefährdeter und gefährlicher Güter

Alle von einer möglichen Überflutung betroffenen Bereiche eines Objektes sind auf schützenwerte und gefährliche Güter zu überprüfen, um diese an sichere Standorte auszulagern:

- Materiallager verlegen
- Maschinen und Fahrzeuge verlegen
- gegebenenfalls technische und elektronische Anlagen demontieren und auslagern
- Alle gefährlichen Güter, welche eine Kontaminierung bei Wassereinbruch verursachen können, entfernen. Hierbei sind die Gefahrgutvorschriften zu beachten [12].

6.4 Schutz nicht demontierbarer bzw. nicht verlegbarer Anlagen und Einrichtungen

Ortsfeste Anlagen und Einrichtungen sind mit Hilfe von folgenden Maßnahmen so zu schützen, dass Schäden minimiert, die Funktion erhalten und der schnelle Einsatz nach dem Hochwasser gewährleistet werden können:

- wasserdichte Versiegelungen anbringen
- metallische Teile mit Korrosionsschutz versehen
- elektrische Betriebsmittel und Verbindungen mit geeigneten Materialien konservieren, um eine Beschädigung zu verhindern
- automatisch schließende Türen (elektrische Türen, Rolltore, Tresore) öffnen, um eine Verriegelung zu verhindern und Rettungswege offen zu halten

6.5 Sicherung auftriebgefährdeter Gegenstände und Objektteile

Alle öl-, luft- oder gasgefüllten Hohlräume, die durch die Überflutung bedroht sind, müssen gefüllt, beschwert oder anderweitig gesichert werden, um ein Auftreiben sowie Zusammendrücken durch sie umgebendes Wasser zu verhindern. Hierbei ist auf die

- waste and sanitary disposal (for example, chemical toilets)
- detailed information about wastewater disposal (see Section 5.3)
- In the case of production facilities which are to continue producing, special supply and disposal measures will be required.
- secure ways of access to the building, if necessary, installing equipment for landing stages and moorings

If the case of production facilities which remain active, additional special measures for securing incoming and outgoing services may be necessary.

6.3 Relocation of endangered and hazardous goods

All areas of a building which are at risk of flooding should be inspected to identify goods worth protecting or which are hazardous so that they can be evacuated to safe locations:

- move material stores
- move machines and vehicles
- if necessary, uninstall Building Services and electronic equipment and evacuate
- Remove all dangerous goods which could cause contamination in the event of water inflow. Regulations concerning hazardous goods should be observed [12].

6.4 Protection of systems and equipment which cannot be dismantled or removed

Permanently installed systems and equipment must be protected by means of the following measures such that damage can be minimized, functionality preserved and a rapid return to service after the flood assured:

- affix watertight seals
- provide metal parts with corrosion protection
- use suitable material to protect electrical equipment and connections against damage

- open automatically closing doors (electrically operated doors, roller doors, strong rooms) to prevent them locking and keep escape routes open

6.5 Securing objects and parts of buildings endangered by buoyancy

All hollow containers or the like filled with oil, air or gas which are threatened by flooding must be filled, weighed down or otherwise secured to prevent them being lifted or partially collapsed by surrounding water. The watertightness of these items must be taken

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

Dichtigkeit dieser Einrichtungen zu achten um eine Kontaminierung des Wassers z.B. durch Öl zu vermeiden.

Auftriebgefährdete Einrichtungen sind z.B.:

- Öl-, Gas-, Wasser- und Lagertanks
- Wannen und Becken
- sonstige Behälter und Hohlräume
- Kanäle und Versorgungsschächte
- Keller, Tiefgaragen usw. (gegebenenfalls kontrolliertes Fluten)

6.6 Verteidigung der hochwassergefährdeten Objekte

Aktivieren der vorhandenen Hochwasserschutzeinrichtungen. Es ist zu bedenken, dass die Abwehr durch Zurückhalten des Oberflächenwassers und Abpumpen des eindringenden Grundwassers nur solange erfolgen darf, wie die statische Konzeption des Objektes dies zulässt:

- Hochwasserbarrieren aufbauen
- alle nach außen führenden Öffnungen (Hochwassertüren, Kellerfenster, Schächte etc.) wasserdicht verschließen; die Abflussöffnungen (Kanäle, Regendränagen, Kläranlagen, Dükerleitungen) schließen bzw. abschiebern
- Hochwasserpumpanlagen und Unterwasserpumpen zur Einschaltung vorbereiten
- regelmäßige Kontrollgänge für Unterwasserpumpen und Hochwasserschutzeinrichtungen durchführen
- für eventuelle Ausfälle von Schutzeinrichtungen und Pumpen Vorbereitungen treffen (z.B. Ersatzteile, Keilriemen, Reservepumpen und -schläuche)
- Kontaktaufnahme zu Verantwortlichen der Nachbargrundstücke oder -objekte, um rechtzeitig grundstücksübergreifende Maßnahmen und gleichmäßiges Fluten von angrenzenden Gebäudeteilen zu vereinbaren

6.7 Planmäßige Flutung

Reichen die Abwehrmaßnahmen bei steigenden Wasserständen nicht mehr aus, um einen ausreichenden Schutz zu gewährleisten oder ist die Statik der Gebäude gefährdet, ist eine kontrollierte Flutung des Objektes einzuleiten.

Die Flutung muss entweder durch Leitungswasser oder durch das ansteigende Grundwasser erfolgen, um eine übermäßige Verschmutzung der zu flutenden Gebäudeteile und der sich noch darin befindenden Einrichtungen zu vermeiden (das Eindringen von Oberflächenwasser ist zu verhindern).

into account so as to avoid, for example, contamination of the water by oil.

Objects endangered by buoyancy include:

- oil, gas, water and storage tanks
- tubs, troughs, basins and pans
- other containers and cavities
- conduits and supply ducts
- cellars, basements, subgrade garages and so on (controlled flooding may be necessary)

6.6 Defence of flood-endangered buildings

Activation of existing flood protection facilities. It should be considered that defence by holding back the surface water and pumping out ground-water should only be carried out for as long as permitted by the structural design of the building:

- erection of flood barriers
- all openings leading to the outside (flood doors, cellar windows, ducts, and so on) to be closed watertight; outflow and discharge openings (ducts, drains, rainwater drains, sewage treatment facilities, siphon lines) to be closed
- floodwater pumping facilities and submersible pumps to be prepared for activation
- regular inspections for submersible pumps and flood protection equipment
- define precautionary measures for possible failure of protective devices and pumps (for example, spare parts, v-belts, spare pumps and hoses)
- make contact with person responsible for neighbouring site or building in order to agree in good time regarding measures involving both sites and coordinated flooding of adjoining parts of the building

6.7 Planned flooding

Once defensive measures can no longer cope with the rising water levels to provide adequate protection or if the structural stability of the building is endangered, controlled flooding of the building should be commenced.

This flooding must be with mains water or the rising ground-water so as to avoid excessive contamination of those parts of the building to be flooded and also damage to any equipment or fittings in them (ingress of surface water should be prevented).

Hochwasser-Sonderdruck

Beim Flutungsvorgang ist unbedingt darauf zu achten, dass

- eine Kontaminierung des eindringenden Wassers verhindert wird (z.B. durch Heizöl, Lagerung gefährlicher Güter),
- die gefluteten Bereiche elektrisch spannungsfrei geschaltet sind,
- eine sichere Stromversorgung der festinstallierten Pumpen gewährleistet ist,
- mobile Pumpen und Schläuche aus dem Gefahrenbereich entfernt wurden, um sie später wieder einsetzen zu können,
- Aufzüge auf halbe Gebäudehöhe gefahren und deaktiviert werden, um sowohl die Kabine als auch die Kontergewichte vor Wasser zu schützen und
- angrenzende Gebäude in einem vorher zu bestimmenden Verhältnis zeitgleich mitgeflutet werden.

Die zu kontrollierende Fluthöhe richtet sich nach dem zu vermeidenden Schaden in Abhängigkeit einer zweiten Abwehrlinie, bei der ein erneutes Zurückhalten des Hochwassers möglich ist (z.B. Flutung der Kellerräume, jedoch Schutz des Erdgeschosses).

Nach Erreichen der zweiten Abwehrlinie ist wie unter Abschnitt 6.6 zu verfahren.

6.8 Aufgeben des Objektes

Ist das Objekt wegen des übermäßigen Ansteigens des Wassers oder wegen nicht ausreichender Schutzmöglichkeiten nicht mehr zu halten, ist wie unter Abschnitt 6.7 zu verfahren.

Eine Rückzugsmöglichkeit für den Evakuierungsfall ist offen zu halten.

7 Hinweise/Tipps nach einem Hochwasser

- Bei Aufräumungs- und Reparaturarbeiten sind die eingesetzten Personen gegen gesundheitliche Schäden durch das Überschwemmungswasser zu schützen.
- Kommt es trotz aller Vorsorge zu einer Überflutung von Gebäuden und Anlagen sowie Einrichtungen der Technischen Gebäudeausrüstung, sind insbesondere nach dem Rückgang des Hochwassers folgende Verhaltensregeln zu beachten:
- Dokumentation des Schadensfalles für mögliche Versicherungsansprüche durch Fotos
- Alle Anlagen und Einrichtungen sowie ihre Teile, die mit Hochwasser in Berührung gekommen sind, sollen von Fachleuten geprüft werden.

During the process of flooding the building it is essential to observe the following:

- Contamination of the incoming water must be prevented (by, for example, heating oil, stores of hazardous goods).
- Deliberately flooded areas must have been disconnected from the power supply.
- A secure power supply to the permanently installed pumps must be ensured.
- Movable pumps and hoses must have been removed from the hazard area so that they can be used again later on.
- Lifts must be moved to halfway up the building and then deactivated so as to protect both the car and the counterweights from water.
- Adjoining buildings must be flooded at the same time to an extent previously agreed.

The depth of flooding to be monitored will depend on the damage which is to be prevented and on a second line of defence at which it is possible to hold back the floodwater again (for example, actively flooding the cellar but defending the ground floor).

Once the second line of defence is reached, the corresponding course of action is as described in Section 6.6.

6.8 Abandoning the building

If excessive rising of the floodwater or if inadequate protection possibilities mean that the building can no longer be held, the course of action is as described in Section 6.7.

A line of retreat in the event of evacuation should be kept open.

7 Information and recommendations for after the flood

- Personnel involved in clearing and repair work should be protected against health hazards arising from the floodwater.
- Should buildings and installations, including Building Services equipment, be flooded despite all precautions the following procedural rules should be observed, particularly once the floodwater recedes:
- Damage should be photographed for use in possible insurance claims.
- All systems and equipment and any parts thereof which have come into contact with floodwater should be inspected by specialists.

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

- Alle Anlagen und Einrichtungen sowie ihre Teile müssen zumindest fachgerecht gereinigt und getrocknet sowie erforderlichenfalls ausgetauscht bzw. erneuert werden. Die Durchführung der Instandsetzung ist zu dokumentieren.
- Dem Versicherer sind die festgestellten Schäden unverzüglich anzuzeigen. Versicherte Schäden sollen nur nach Rücksprache mit dem Versicherer beseitigt werden.
- Prüfung, ob durch ausgetretene Schadstoffe (z. B. Fäkalien, Chemikalien etc.) eine Gesundheitsgefährdung eingetreten ist.
- Vor der Wiederinbetriebnahme von betroffenen prüfpflichtigen Anlagen und Einrichtungen sind den zuständigen Behörden gegebenenfalls entstandene Schäden und Reparaturen anzuzeigen und müssen erforderlichenfalls in Abstimmung mit den zuständigen Behörden von einem Sachkundigen bzw. Sachverständigen erneut abgenommen werden.

Weitere Hinweise sind bei den in Anhang B aufgeführten Ansprechpartnern erhältlich.

7.1 Trocknungsproblematik

Für die Entsorgung sind Spezialreinigungsfirmen zuständig und zu beauftragen.

Trocknungsgeräte

Energiesparend arbeiten Kondensationstrockner. An einer gekühlten Fläche kondensiert die Luftfeuchtigkeit und gelangt in einen Sammelbehälter. Wer Trocknungsgeräte ausleiht oder Firmen beauftragt, sollte Kosten- und Leistungsvergleiche einholen inklusive Energiekosten.

Empfehlung: Verträge mit laufzeitunabhängiger Festpreisvereinbarung.

Ölverunreinigungen im Gebäude können zu Geruchsbelästigungen führen. Diese sind ungiftig und stellen keine gesundheitliche Gefährdung dar. In jedem Fall ist es ratsam, für eine gute Durchlüftung der Räume zu sorgen. Damit wird zugleich die Trocknung der Räume gefördert. Ölverunreinigungen im Gebäude können z. B. durch den Einsatz von Emulgatoren oder speziellen Reinigungsmitteln beseitigt werden.

- All systems and equipment and their components must at minimum be cleaned professionally and dried out, being replaced where necessary. Corrective maintenance activities must be documented.
- The insurance company should be notified without delay about the damage which has been found. Damage covered by insurance should be repaired or otherwise dealt after consultation with the insurance company.
- Inspections should be carried out to ascertain whether substances which have escaped (such as raw sewage, chemicals, and so on) now constitute a health risk.
- Before affected systems and equipment which are subject to mandatory inspection are restored to service the relevant authorities should, if necessary, be notified of damage and repair work and, if necessary, after consultation with the relevant authorities, these systems and equipment approved for return to service following inspection by a building inspector or technical expert.
- Additional information may be obtained from the sources listed in Annex B.

7.1 Drying problems

Specialist cleaning contractors should be brought in to carry out disposal.

Drying equipment

Condensation dryers operate on an energy-saving basis. The moisture in the air condenses on a cooled surface and then runs into a collecting tank. The person responsible for hiring drying equipment or commissioning a contractor should draw up comparisons of costs and capabilities, including energy costs.

Recommendation: contracts with a fixed-price agreement not dependent on the contract life.

Oil contamination in the building can be the source of unpleasant odours. These are not toxic nor do they represent a health risk. It is always advisable to make sure the rooms are well ventilated. This also helps the rooms to dry out. Oil contamination in the building can, for example, be removed by using emulsifiers or special cleaning agents.

Hochwasser-Sonderdruck

Schriftum/Bibliography

Technische Regeln/Technical rules

DIN 1986-100 : 2002-03 Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100: Zusätzliche Bestimmungen zu DIN EN 752 und DIN EN 12056 (Drainage systems on private ground – Part 100: Additional specifications to DIN EN 752 and DIN EN 12056). Berlin: Beuth Verlag

DIN 1989-1 : 2002-04 Regenwassernutzungsanlagen – Teil 1: Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung (Rainwater harvesting systems – Part 1: Planning, installation, operation and maintenance). Berlin: Beuth Verlag

DIN 4049-1 : 1992-12 Hydrologie; Grundbegriffe (Hydrology; basic terms). Berlin: Beuth Verlag

DIN 4049-2 : 1990-04 Begriffe der Gewässerbeschaffenheit (Hydrology; terms relating to quality of waters). Berlin: Beuth Verlag

DIN 4049-3 : 1994-10 Begriffe der quantitativen Hydrologie (Hydrology; terms in quantitative hydrology). Berlin: Beuth Verlag

DIN 18195-9 : 2004-03 Bauwerksabdichtung; Teil 9: Durchdringungen, Übergänge, An- und Abschlüsse (Waterproofing of buildings; Part 9: Penetrations, transitions, connectings and endings). Berlin: Beuth Verlag

DIN 19512 : 1974-11 Gußeiserne Abflußrohre (GA); Doppelabzweige 45° und 70° (Cast iron drainage pipes; double-branch pipes 45° and 70°). Berlin: Beuth Verlag

DIN 19712 : 1997-11 Flußdeiche (River dikes)

DIN VDE 0100-410 : 1997-01 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 41: Schutz gegen elektrischen Schlag – Änderungen A1: 2003-06 (Erection of power installations with nominal voltages up to 1000 V – Part 4: Protection for safety; Chapter 41: Protection against electric shock – Amendment A1: 2003-06). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 378 : 1994-09 Kälteanlagen und Wärmepumpen. Sicherheitstechnik und umweltrelevante Anforderungen. Grundlegende Anforderungen (Refrigeration systems and heat pumps. Safety and environmental requirements. Basic requirements). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 1085 : 2005-03 Abwasserbehandlung – Wörterbuch (Wastewater treatment – Vocabulary). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 1610 : 1997-10 Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen (Construction and testing of drains and sewers). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 12056 : 2001-01 Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden (Gravity drainage systems inside buildings). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 13564 : Rückstauverschlüsse für Gebäude (Anti-flooding devices for buildings). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3803 : 2002-10 Raumlufttechnische Anlagen – Bauliche und technische Anforderungen (Air-conditioning systems – Structural and technical principles). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3806 : 2000-04 Dachentwässerung mit Druckströmung (Roof drainage with siphonic system). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2050-1 : 1995-09 Heizzentralen – Heizzentralen in Gebäuden – Technische Grundsätze für Planung und Ausführung (Central heating installations – Central heating installations in buildings – Engineering principles for planning and design). Berlin: Beuth Verlag

VDI 6022 : 1998-07 Hygienische Anforderungen an Raumlufttechnische Anlagen (Hygienic standards for ventilation and air-conditioning systems). Berlin: Beuth Verlag

VDI 6023 : 1999-12 Hygienebewußte Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen (Hygienic aspects of planning, design and installation, operation and maintenance of drinking water supply systems). Berlin: Beuth Verlag

ATV-DVWK-A 138 : 2005-05 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser (Planning, construction and operation of installations for percolation of stormwater). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Hennef

Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Guidelines for forward-looking flood protection: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)), 1995

Literatur/Literature

[1] Gesetz zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes (Hochwasserschutzgesetz) vom 03. Mai 2005, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2005 Teil I Nr. 26

[2] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz) Bundesgesetzblatt I 1957, zuletzt geändert durch Art. 1 G vom 03. 05. 2005 BGBl. I S. 1224

[3] International Glossary of Hydrology, Second Edition 1992; IHP/OHP-Berichte, Heft 12, Koblenz 1998

[4] Instrumente und Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz, Stand November 2003, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

[5] Atlas des Deutschen Wetterdienstes (DWD) „Starkniederschlagshöhen für die Bundesrepublik Deutschland – KOSTRA“, 1997, EDV-Programm zur Ermittlung der Niederschlagshöhen und Regenspenden

[6] *Darkow, Petra*: Rechtsfragen zur Niederschlagswasserbeseitigung, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin (http://www.institut-halbach.de/g_wrecht/800nw.pdf)

[7] BWK-Merkblatt 6: Mobile Hochwasserschutzsysteme – Grundlagen für Planung und Einsatz (Gelbdruck Februar 2004), ISBN 3-936015-16-3, Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e. V., Hannover

[8] Broschüre „Heizöl – Sicheres Lagern in Tankanlagen“ 2004, CombiRisk GmbH der Sparkassen-Finanzgruppe, Kaiserstr. 178, 76133 Karlsruhe (www.combirisk.de)

[9] VDI-Bericht 1836: Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung vor Hochwasser. Die Richtlinie VDI 6004. 2004: Düsseldorf: VDI Verlag

[10] *Haack, A.; Emig, K.-F.*: Abdichtungen im Gründungsbereich und auf genutzten Deckenflächen. 2. Aufl. Dezember 2002, ISBN 3-433-01777-8, Ernst und Sohn, Berlin

[11] WTA-Merkblatt Nr. 5. E-4-4-03/D, 20. 10. 2003: Mauerwerksinjektion gegen kapillare Feuchtigkeit, Wissenschaftlich Technischer Arbeitskreis e. V., München

[12] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen, 17. 05. 1999, ISSN 0720-6100, Bundesministerium für Justiz

Weiterführende Literatur/Further literature

Hochwasserschutzfibel – Planen und Bauen von Gebäuden in hochwassergefährdeten Gebieten, 3. Aufl. August 2002, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Berlin

Hochwasserhandbuch – Leben, Wohnen und Bauen in hochwassergefährdeten Gebieten, 1998, Ministerium für Umwelt und Forsten, Rheinland-Pfalz, Mainz

Hochwasserfibel – Bauvorsorge in hochwassergefährdeten Gebieten, 2. Aufl. Mai 2000, Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf

Hochwasserschutz in Baden-Württemberg, Broschüre 2002, Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart

Handbuch Hochwasser, April 2004, Bürgerinitiative Hochwasser, Altgemeinde Rodenkirchen e. V., Wilhelmstr. 46, 50996 Köln (www.hochwasser.de)

Örtlicher Hochwasserschutz – Ratgeber, 1. Aufl. 2003, Stein-Verlag Baden-Baden

Handlungsanleitung für den Einsatz rechtlicher und technischer Instrumente zum Hochwasserschutz, 2003, Fachkommission „Städtebau“ der ARGEBAU

Mit dem Hochwasser leben. Baden-Baden: Stein-Verlag 1997

Hochwasser-Sonderdruck

All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

Hochwasservorsorge in Deutschland – Lernen aus der Katastrophe im Elbegebiet, 2003, Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge e.V. (DKKV), Bonn, ISBN 3-933181-32-1

Bericht der Unabhängigen Kommission der Sächsischen Staatsregierung – Flutkatastrophe 2002, Dezember 2002

Bauliche Schutz- und Vorsorgemaßnahmen in hochwassergefährdeten Gebieten – Materialien, August 2004, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn

Hochwasservorsorge – Maßnahmen und ihre Wirksamkeit, August 2003, Internationale Komission zum Schutz des Rheins, Koblenz

Hudasch, Manfred: Gefährdung von Personen und elektrischen Anlagen bei Hochwasser. Zeitschrift Elektrizitätswirtschaft VDEW (Hrsg.), Frankfurt (Main) 94. Jahrgang, Mai 1995, S. 599–621

Immendorf, R.: Hochwasser – Natur im Überfluss, Heidelberg 1997

Patt, Heinz: Hochwasser-Handbuch, 2001, ISBN 3-540-67737-2, Springer Verlag Heidelberg

Iding, Christoph: Hochwasser- und Überschwemmungsschäden, s+s report3/2005, S. 44–49

Anhang A Checkliste zum Schutz der TGA vor Hochwasser

Planung der TGA

(bei individueller Überflutungsgefahr, vgl. hierzu Abschnitt 3.4.1)

Falls diese besteht, sind zu beachten:

- Maximale Höhe des Grundwassers
- Maximale Überflutungshöhe
- Maximale Druckhöhe in den Entwässerungskanälen
- Die Auskunftsquellen hierzu sind zu dokumentieren
- Gebäudestandsicherheit bei maximaler Überflutung ermitteln
- Dito bei den einzelnen Stufen der Vorsorgemaßnahmen

Planerische Vorsorgemaßnahmen

(vgl. hierzu Abschnitt 5)

- Maßnahmenkatalog aufstellen (Zuständigkeit und Verantwortlichkeit festlegen, erforderliche Ausweichmöglichkeiten externer Stellen (z.B. Ausweichlager) im Vorfeld vereinbaren
- Maßnahmen bei erwarteter Überflutungsgefahr
- Hochwassermeldungen verfolgen
- Einrichtungen auf Einsatzbereitschaft überprüfen
- Grundwasserhöhe beobachten

Planung in Abhängigkeit vom festgestellten Gefährdungsgrad

(Grundwasserspiegel, Hochwasserstand o.Ä.)

1. Stufe

- Eventuell erforderliche Sicherungsmaßnahmen mit den Betroffenen abstimmen
- Dito mit öffentlichen Einsatzstellen
- Kommunikation testen

Annex A Checklist for flood protection of Building Services

Planning the Building Services

(in event of individual flooding risk, cf. Section 3.4.1)

If flooding appears to be impending, the following should be noted:

- Maximum height of the ground-water
- Maximum depth of inundation
- Maximum head in drainage canals
- The corresponding sources of information should be documented.
- Determine structural safety of building at maximum flooding
- Ditto during the individual stages of precautionary measures

Planning precautions

(cf. Section 5)

- Draw up a list of measures (define responsibilities, secure early agreement regarding necessary fall-back possibilities to external locations (for example, emergency storage facilities)
- Measures during expected risk of flooding
- Keep track of flood announcements
- Check equipment for operational readiness
- Monitor ground-water level

Planning dependent of the danger level determined

(ground-water level, flood level, or similar)

1st stage

- Secure agreement of persons affected regarding safety measures which may be necessary
- Ditto with public authorities
- Test communications

Hochwasser-Sonderdruck

- Überprüfen der Abschalteinrichtungen, der beweglichen Abdichteinrichtungen wie Schotte, Türen u. Ä.
- Gegebenenfalls Überprüfen der Einrichtungen zur geplanten Flutung und späteren Entleerung

2. Stufe
- Falls geplant: Räumung der zu überflutenden Gebäudeteile vorbereiten
- Ausweichlager vorbereiten
- Sicherung der zu überflutenden Einrichtungen prüfen (Öllagerbehälter u. Ä.)
- Fluteinrichtungen prüfen
- Fachleute hinzuziehen für Elektroeinrichtungen, wichtige Versorgungseinrichtungen, Gebäude (Architekt – Ingenieur)
- Maßnahmen dokumentieren

3. Stufe
- Gegebenenfalls betroffene Gebäudeteile räumen
- Flutung einleiten oder ermöglichen
- Zugänge sichern
- Grundwasserhöhe oder Überflutungshöhe beobachten
- Maßnahmen dokumentieren

Maßnahmen nach einer Überflutung
- Bei einer planmäßigen Flutung von Gebäuden ist die Senkung des Wasserspiegels kontrolliert durchzuführen, gegebenenfalls ist ein Statiker hinzuzuziehen.
- Grundwasserhöhe beobachten
- Hochwassermeldungen verfolgen
- Fachleute hinzuziehen für Elektroeinrichtungen, wichtige Versorgungseinrichtungen
- Gebäude (Architekt – Ingenieur)
- Gegebenenfalls betroffene Gebäudeteile entleeren
- Eventuell entstandene Schäden dokumentieren
- Eventuell entstandene Schäden beheben
- Versicherung informieren
- Wiederinbetriebnahme der TGA vorbereiten
- Gegebenenfalls beeinträchtigte Teile austauschen (Elektro-Sicherungen u. Ä.)
- Entsorgen beschädigter Einrichtungen
- Maßnahmen dokumentieren

Anmerkung: Diese Checkliste und die Maßnahmen können auch in ein EDV-Gebäudeleitsystem integriert werden.

- Check disconnection devices, movable sealing elements such as partitions, doors, and so on
- If necessary, check the equipment for planned flooding and subsequent draining

2nd stage
- If planned: prepare clearance of parts of building to be flooded
- Prepare emergency storage facility
- Check that items which will be inundated are secured (oil storage tanks and the like)
- Check flooding equipment
- Consult technical specialists for electrical systems, important supply systems, the building itself (architect, engineers)
- Document measures

3rd stage
- If applicable, clear affected parts of building
- Initiate flooding or make this possible
- Secure means of access
- Monitor ground-water level or depth of inundation
- Document measures

Measures following inundation
- If buildings have been flooded deliberately on the basis of a plan, lowering the water level should be carried out in a controlled manner. If necessary, a structural engineer should be consulted.
- Monitor ground-water level
- Keep track of flood announcements
- Consult technical specialists for electrical systems, important supply systems
- Building (architect, engineers)
- If applicable, drain affected parts of building
- Document any damage detected
- Repair or correct damage
- Notify insurance company
- Prepare for restoration of Building Services
- If necessary, replace affected parts (fuses, and so on)
- Dispose of damaged equipment
- Document measures

Note: This checklist and the corresponding measures could also be incorporated into an EDP building management system.

Hochwasser-Sonderdruck

 All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2006

Anhang B Ansprechpartner / Annex B Contacts

Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Federal Ministry of Transport, Building and Housing), Berlin (www.bmvbw.de)

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Federal Office for Building and Regional Planning), Bonn (www.bbr.bund.de)

ARGEBAU Bauministerkonferenz (Building Ministers Conference) (www.is-argebau.de)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Reactor Safety), Berlin (www.bmu.de)

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA (interstate working group on water) (www.lawa.de)

Umweltbundesamt (Environmental Protection Agency), Berlin (www.umweltbundesamt.de)

Deutsches Institut für Bautechnik (German Institute for Building Technology), Berlin (www.dibt.de)

Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge e.V. (DKKV) (German Committee for Catastrophe Precautions), Bonn (www.dkkv.org)

Deutscher Wetterdienst (DWD) (German Meteorological Office), Offenbach (www.dwd.de)

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) (German Association of Water Management, Sewage and Waste), Hennef (www.dwa.de)

Internationale Komission zum Schutz des Rheins (International Commission for Protection of the Rhine), Koblenz (www.iksr.org)

Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V. (Association of Water Management, Waste Management and Land Improvement Engineers), Hannover (www.bwk-bund.de)

DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (German Standardization Institute), Berlin (www.din.de)

VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. (The Association of German Engineers), Düsseldorf (www.vdi.de)

Hochwasser-Sonderdruck